

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/005245

International filing date: 23 March 2005 (23.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-107802
Filing date: 31 March 2004 (31.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 3 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 0 7 8 0 2

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 1 0 7 8 0 2

出 願 人
Applicant(s): 東陶機器株式会社

2 0 0 5 年 4 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	K1040054
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H01Q 03/26
【発明者】	
【住所又は居所】	福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社 内
【氏名】	坪井 宏之
【発明者】	
【住所又は居所】	福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社 内
【氏名】	岩田 賢吾
【特許出願人】	
【識別番号】	000010087
【氏名又は名称】	東陶機器株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100095371
【弁理士】	
【氏名又は名称】	上村 輝之
【選任した代理人】	
【識別番号】	100089277
【弁理士】	
【氏名又は名称】	宮川 長夫
【選任した代理人】	
【識別番号】	100104891
【弁理士】	
【氏名又は名称】	中村 猛
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	043557
【納付金額】	21,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	0206998

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

絶縁性の基板と、

前記基板の一面に配置され、高周波信号を印加するための給電点をそれぞれもつ、複数のアンテナ電極と、

前記基板の他面又は内部に配置される、グラウンドレベルを提供するための接地電極と、

前記複数のアンテナ電極のうちの少なくとも一つのアンテナ電極を、前記給電点とは別の複数の箇所にてそれぞれ前記接地電極に接続するための複数の接続部材と、

複数の接続部材による前記少なくとも一つのアンテナ電極と前記接地電極との接続をそれぞれ開閉する複数のスイッチとを備え、

前記複数の接続部材が、前記少なくとも一つのアンテナ電極を平面視した場合に前記少なくとも一つのアンテナ電極が占める平面領域内に入る場所に配置されていることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 2】

前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記接地電極に接続される前記複数の箇所が、前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記給電点から終端縁へ向って前記高周波信号の $1/4$ 波長の奇数倍の距離だけ離れた位置とは異なる位置に存在することを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロストリップアンテナ。

【請求項 3】

前記複数の接続部材が、前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記複数の箇所にそれぞれ対応する前記基板の複数の箇所を貫通する導電性のスルーホールであって、各スルーホールが、前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記対応する各箇所に接続された一端と、前記接地電極に接続された他端とを有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のマイクロストリップアンテナ。

【請求項 4】

前記少なくとも一つのアンテナ電極の少なくとも一つの縁が、前記基板の少なくとも一つの縁に沿って配置され、

前記複数の接続部材が、前記基板の前記少なくとも一つの縁の側面上の異なる位置に配置された複数の導電体であって、各導電体が、前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記少なくとも一つの縁上に存在する前記複数の箇所の各々に接続された一端と、前記接地電極に接続された他端とを有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のマイクロストリップアンテナ。

【請求項 5】

各スイッチが、各接続部材と前記接地電極との接続箇所に配置されている請求項 1 乃至 4 記載のマイクロストリップアンテナ。

【請求項 6】

前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記接地電極に接続される前記複数の箇所のうちの少なくとも一箇所が、前記少なくとも一つのアンテナ電極の終端縁の近傍であって、前記給電点から終端縁に向かう方向に直交する方向において略中央の位置に存在することを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれか 1 項記載のマイクロストリップアンテナ。

【請求項 7】

絶縁性の基板と、

前記基板の一面に配置され、高周波信号を印加するための給電点をもつ、少なくとも一つのアンテナ電極と、

前記基板の他面又は内部に配置された、グラウンドレベルを提供するための接地電極と、

前記アンテナ電極を、前記給電点とは別の複数の箇所にて、前記接地電極にそれぞれ接続するための複数の接続部材と、

前記複数の接続部材による前記アンテナ電極と前記接地電極との接続をそれぞれ開閉する複数のスイッチとを備え、

前記複数の接続部材が、前記アンテナ電極を平面視した場合に前記アンテナ電極が占め

る平面領域内に入る場所に配置されていることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 8】

前記アンテナ電極が、前記高周波信号を受けて二次共振モードで動作するような二次元寸法を有することを特徴とする請求項 7 に記載のマイクロストリップアンテナ。

【請求項 9】

前記アンテナ電極の前記接地電極に接続される前記複数の箇所が、前記アンテナ電極の前記給電点から終端縁へ向かって前記高周波信号の $1/4$ 波長の奇数倍の距離だけ離れた位置とは異なる位置に存在することを特徴とする請求項 7 または請求項 8 に記載のマイクロストリップアンテナ。

【請求項 10】

前記接続部材が、前記アンテナ電極の前記複数の箇所にそれぞれ対応する前記基板の複数の箇所を貫通する導電性のスルーホールであって、各スルーホールが、前記アンテナ電極の前記対応する各箇所に接続された一端と、前記接地電極に接続された他端とを有することを特徴とする請求項 7 乃至請求項 9 に記載のマイクロストリップアンテナ。

【請求項 11】

前記アンテナ電極の少なくとも一つの縁が、前記基板の少なくとも一つの縁に沿って配置され、

前記接続部材が、前記基板の前記少なくとも一つの縁の側面上の異なる位置に配置された複数の導電体であって、各導電体が、前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記少なくとも一つの縁上に存在する前記複数の箇所の各々に接続された一端と、前記接地電極に接続された他端とを有することを特徴とする請求項 7 乃至請求項 9 に記載のマイクロストリップアンテナ。

【請求項 12】

各スイッチが、各接続部材と前記接地電極との接続箇所に配置されている請求項 10 に記載のマイクロストリップアンテナ。

【請求項 13】

高周波の電波を出力するためのマイクロストリップアンテナを用いた送信アンテナと、前記送信アンテナから出力された電波の物体からの反射波又は透過波を受信するための、前記送信アンテナと同一物の又は前記送信アンテナとは別物の受信アンテナと、前記受信アンテナからの電気信号を受けて処理する処理回路とを備えた高周波センサにおいて、

前記マイクロストリップアンテナが、
絶縁性の基板と、

前記基板の一面に配置され、高周波信号を印加するための給電点をそれぞれもつ、複数のアンテナ電極と、

前記基板の他面又は内部に配置される、グラウンドレベルを提供するための接地電極と、

前記複数のアンテナ電極のうちの少なくとも一つのアンテナ電極を、前記給電点とは別の複数の箇所にてそれぞれ前記接地電極に接続するための複数の接続部材と、

前記複数の接続部材による前記少なくとも一つのアンテナ電極と前記接地電極との接続をそれぞれ開閉する複数のスイッチとを備え、

前記複数の接続部材が、前記少なくとも一つのアンテナ電極を平面視した場合に前記少なくとも一つのアンテナ電極が占める平面領域内に入る場所に配置されていることを特徴とする高周波センサ。

【請求項 14】

高周波の電波を出力するためのマイクロストリップアンテナを用いた送信アンテナと、前記送信アンテナから出力された電波の物体からの反射波又は透過波を受信するための、前記送信アンテナと同一物の又は前記送信アンテナとは別物の受信アンテナと、前記受信アンテナからの電気信号を受けて処理する処理回路とを備えた高周波センサにおいて、

前記マイクロストリップアンテナが、
絶縁性の基板と、

前記基板の一面に配置され、高周波信号を印加するための給電点をもつ、少なくとも1つのアンテナ電極と、

前記基板の他面又は内部に配置された、グラウンドレベルを提供するための接地電極と、

前記アンテナ電極を、前記給電点とは別の複数の箇所にて、前記接地電極にそれぞれ接続するための複数の接続部材と、

前記複数の接続部材による前記アンテナ電極と前記接地電極との接続をそれぞれ開閉する複数のスイッチとを備え、

前記複数の接続部材が、前記アンテナ電極を平面視した場合に前記アンテナ電極が占める平面領域内に入る場所に配置されていることを特徴とする高周波センサ。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マイクロストリップアンテナ及び高周波センサ

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロ波又はそれより高い周波数の電波を送信するマイクロストリップアンテナに関し、特に、マイクロストリップアンテナから発信される統合的な電波ビームの指向方向を制御するための技術に関する。本発明はまた、マイクロストリップアンテナを用いた高周波センサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、基板の表面と裏面にそれぞれアンテナ電極と接地電極を配置し、アンテナ電極と接地電極との間にマイクロ波の高周波信号を印加することによって、アンテナ電極から垂直方向へ電波を発信させるマイクロストリップアンテナが知られている。マイクロストリップアンテナから発信される統合的な電波ビームの指向方向を制御するための技術として、次のようなものが知られている。例えば、特許文献1に記載されたものは、基板の表面に複数のアンテナ電極を配置し、高周波スイッチを切替えて各アンテナ電極への高周波信号の給電線路の長さを変えることにより、統合的な電波ビームの指向方向を変化させる。すなわち、複数のアンテナ電極への給電線路の長さを違えることによって、複数のアンテナ電極からそれぞれ発信される電波の間に位相差を生じさせ、位相が遅れたアンテナの方へ統合された統合的な電波ビームの指向方向を傾ける。また、例えば、特許文献2に記載のものは、統合的な電波ビームの指向方向の異なるアンテナ電極を複数個配置し、高周波スイッチによって、高周波信号が印加されるアンテナ電極を切替えることによって、統合的な電波ビームの指向方向を変化させる。

【0003】

マイクロストリップアンテナから発信される電波を用いた物体検知装置が知られている。この物体検知装置においては、上記のようにしてマイクロストリップアンテナからの統合的な電波ビームの指向方向を変化させることにより、統合的な電波ビームの指向方向が固定している場合に比較して、物体の位置や様子をより正確に検知することができるようになる。例えば、マイクロストリップアンテナから送信される統合的な電波ビームの指向方向をXY方向に変えて2次元範囲をスキャンさせることにより、2次元範囲にわたる物体の有無や様子が把握できる。物体検知装置の用途には、例えば自動追尾ミサイルにおける目標検知や、便器装置における使用者検知など多岐にわたる。いずれの用途においても、マイクロストリップアンテナから送信される統合的な電波ビームの指向方向を変化させ得ることは、非常に有用である。例えば、便器装置における使用者検知装置の場合について述べれば、使用者の位置や状態がより正確に検知されれば、便器の洗浄装置や脱臭装置などをより適切に制御できる。ところで、使用者の状態を正確に把握する目的のみからは、むしろカメラの方が適しているかもしれないが、便器装置においてカメラは当然使用できない。よって、電波を用いた物体検知装置で、統合的な電波ビームの指向方向を制御して使用者の様子をより正確に把握できるようにすることは、非常に重要である。因みに、日本においては、人体を検知する目的には10.525GHzまたは24.15GHz、また、車載用衝突防止の目的には76GHzの周波数が使用可能である。

【特許文献1】 特開平7-128435号公報

【特許文献2】 特開平9-214238号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1や特許文献2で開示されている従来技術によれば、統合的な電波ビームの指向方向を変化させるために、マイクロ波信号を伝送する給電経路をスイッチングする必要があり、そのための高価な高周波スイッチを使う必要がある。特に、統合的な電波ビームの指向方向を連続的または多段階に変化させる場合は多数の高周波スイッチが必要となる

。しかしながら、例えば便器装置における使用者検知装置のような用途に高価な部品を多く使用することは実際的ではない。

【０００５】

従って、本発明の目的は、マイクロストリップアンテナにおいて、簡単な構成で送信統合的な電波ビームの指向方向を傾けられるようにすることになる。

【０００６】

本発明の別の目的は、マイクロストリップアンテナにおいて、簡単な構成で送信統合的な電波ビームの指向方向を可変とすることにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明は、発明者らの研究により得られた新規な知見に基づいている。その新規な知見とは、マイクロストリップアンテナのアンテナ電極を、その領域中の給電点とは異なる或る箇所にて、接地電極に接続すると、そのアンテナ電極から発信されるマイクロ波電波の位相が、接地電極に接続しないときに比べてずれるということである。そして、アンテナ電極の領域中の接地電極と接続される箇所の位置を変えると、位相のずれ量が変わるということである。本発明は、複数の電波のビームを出力するように構成されたマイクロストリップアンテナにおいて、上記知見を応用して、複数の電波のビームのうちの一部のビームの位相を他のビームからずらす。これにより、それら複数の電波のビームが合わさって形成される統合的な電波ビームの指向方向が傾くことになる。位相のずらし量を変えれば、統合的な電波ビームの傾きが代わるから、指向方向が可変となる。

【０００８】

例えば、マイクロストリップアンテナが複数のアンテナ電極を有する場合には、それら複数のアンテナ電極から複数の電波のビームが出力される。この場合、複数のアンテナ電極のうちの一部のアンテナ電極が、その電極中の或る箇所にて、接地電極に接続される。すると、そのアンテナ電極から発信される電波の位相が、他のアンテナ電極から発信される電波からずれるので、統合された統合的な電波ビームの指向方向が傾く。或いは、一つのアンテナ電極を二次共振モードで動作させた場合には、その一つのアンテナ電極から、スプリットした２つの電波のビームが発信される。この場合、その一つのアンテナ電極の領域から選ばれた或る箇所を接地電極に接続すると、スプリットした２つの電波のビームのうち的一方のビームの位相が他方のビームからずれる。よって、それらが合わさった統合的な電波ビームの指向方向が変化する。

【０００９】

アンテナ電極を接地電極へ接続するための接続部材は、アンテナ電極の特性に悪影響を与えないようにするために、アンテナ電極を平面視した場合にアンテナ電極の領域内に入るような場所に配置される。この接続部材によるアンテナ電極を接地電極間の接続を開閉するためのスイッチを設けて、このスイッチをオン／オフすれば、統合的な電波ビームの指向方向が、アンテナ電極に直角な方向と、それより傾いた方向とに切り替えられる。位相のずれ量が異なるアンテナ電極の複数箇所のそれぞれの接続部材とスイッチを設けて、接地電極に接続される箇所を変えられるようにすると、統合的な電波ビームの指向方向を複数段階に変えられる。上記スイッチには、マイクロ波信号を良好に通せる特性は不要であるから、高価な高周波スイッチは不要である。

【００１０】

アンテナ電極を接地電極に接続するか切り離すかというオン／オフ制御に代えて、アンテナ電極と接地電極との電気的な結合度合い、すなわち、高周波信号に対するインピーダンスを連続的または段階的に変化させる方法を採用することもできる。そのインピーダンスの変化に応じて、統合的な電波ビームの指向方向が変化する。

【００１１】

上述した原理に基づく本発明の一つの側面に従うマイクロストリップアンテナは、絶縁性の基板と、前記基板の一面に配置され、高周波信号を印加するための給電点をそれぞれもつ、複数のアンテナ電極と、前記基板の他面又は内部に配置される、グランドレベルを

提供するための接地電極と、前記複数のアンテナ電極のうちの少なくとも一つのアンテナ電極を、前記給電点とは別の複数の箇所にて、前記接地電極にそれぞれ接続するための複数の接続部材とを備え、前記複数の接続部材が、前記少なくとも一つのアンテナ電極を平面視した場合に前記少なくとも一つのアンテナ電極が占める平面領域内に入る場所に配置されている。このマイクロストリップアンテナによれば、複数のアンテナ電極のうち、接続部材によって接地電極に接続されるアンテナ電極から出力される電波のビームと、他のアンテナ電極から出力される電波のビームとの間の位相がずれるため、複数のアンテナ電極から出力される複数の電波のビームを合わせて統合的な電波ビームの指向方向が傾く。スイッチによって、複数の接続部材のうちのどれを有効にどれを無効にするかが選択できる。この選択により、統合的な電波ビームの指向方向の傾きの方向や角度を変えることができる。

【0012】

好適な実施形態においては、前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記接地電極に接続される前記複数の一箇所が、前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記給電点から終端縁へ向かって前記高周波信号の $1/4$ 波長の奇数倍の距離だけ離れた位置とは異なる位置に存在する。このような箇所をそれぞれ接地電極に接続することで、上述した指向方向が傾く作用が効果的に得られる。

【0013】

好適な実施形態においては、前記複数の接続部材が、前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記複数の一箇所にそれぞれ対応する前記基板の複数の箇所を貫通する導電性のスルーホールであって、各スルーホールが、前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記対応する各箇所に接続された一端と、前記接地電極に接続された他端とを有する。また、別の好適な実施形態によれば、前記少なくとも一つのアンテナ電極の少なくとも一つの縁が、前記基板の少なくとも一つの縁に沿って配置され、前記複数の接続部材が、前記基板の前記少なくとも一つの縁の側面上の異なる位置に配置された複数の導電体であって、各導電体が、前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記少なくとも一つの縁上に存在する前記複数の箇所の各々に接続された一端と、前記接地電極に接続された他端とを有する。いずれにせよ、接続部材の構成は簡単で済む。

【0014】

好適な実施形態においては、各スイッチが、各接続部材と前記接地電極との接続箇所に配置されている。このように配置されたスイッチは、アンテナ電極の背後に隠れることになるため、アンテナ電極に特性に悪影響を与えない。

【0015】

好適な実施形態においては、前記少なくとも一つのアンテナ電極の前記接地電極に接続される前記複数の箇所のうちの少なくとも一箇所が、前記少なくとも一つのアンテナ電極の終端縁の近傍であって、前記給電点から終端縁に向かう方向に直交する方向において略中央の位置に存在する。

【0016】

本発明の別の側面に従うマイクロストリップアンテナは、絶縁性の基板と、前記基板の一面に配置され、高周波信号を印加するための給電点を有する、少なくとも一つのアンテナ電極と、前記基板の他面又は内部に配置された接地電極と、前記アンテナ電極を、前記給電点とは別の複数の箇所にて、前記接地電極にそれぞれ接続するための複数の接続部材と、前記複数の接続部材による前記アンテナ電極と前記接地電極との接続をそれぞれ開閉する複数のスイッチとを備え、前記複数の接続部材が、前記アンテナ電極を平面視した場合に前記アンテナ電極が占める平面領域内に入る場所に配置されている。好適な実施形態では、前記アンテナ電極が、前記高周波信号を受けて二次共振モードで動作するような二次元寸法を有している。このマイクロストリップアンテナによれば、一つのアンテナ電極から、スプリットした2つの電波のビームが出力される。そして、そのアンテナ電極の上記複数の箇所のいずれかを接地電極に接続すると、2つの電波ビームの間の位相がずれるので、統合した電波ビームの指向方向が傾く。上記複数のスイッチにより、上記複数の箇

所のどれを接地電極に接続するかを選択することにより、統合した電波ビームの指向方向の傾きの方向や角度を変えることができる。

【００１７】

本発明はまた、上述した本発明に従うマイクロストリップアンテナを用いた送信アンテナと、前記送信アンテナから出力された電波の物体からの反射波又は透過波を受信するための、前記送信アンテナと同一物の又は前記送信アンテナとは別物の受信アンテナと、前記受信アンテナからの電気信号を受けて処理する処理回路とを備えた高周波センサも提供する。

【発明の効果】

【００１８】

本発明のマイクロストリップアンテナによれば、簡単な構成で統合的な電波ビームの指向方向を可変制御することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

以下、図面を参照しながら、本発明におけるマイクロストリップアンテナの実施の形態について説明する。図１は、複数のアンテナ電極を備えた一般的なマイクロストリップアンテナの斜視図である。図１において、絶縁性の基板１の表面には、同じサイズで同じ矩形状のＡアンテナ電極２とＢアンテナ電極３が配置され、基板１の裏面にはほぼ全面に接地電極４が配置されている。そして、Ａアンテナ電極２及びＢアンテナ電極３のそれぞれの同じ側の縁の中央点に設けられた給電点Ｐ、Ｐには、給電線１０を通じて、例えば、１０．５２５ＧＨｚの高周波電圧Ｖｆが印加される。接地電極４は接地されてグラウンドレベルを提供する。Ａアンテナ電極２とＢアンテナ電極３への給電経路の長さは同じである。なお、給電点Ｐ、Ｐは、アンテナ電極２、３の縁ではなく、アンテナ電極２、３の縁から内奥へ或る距離だけ入った位置に配置される場合もある。このような構成によって、Ａアンテナ電極２及びＢアンテナ電極３からは、それぞれ、同一電界強度の電波ビーム７、８が基板１に対して垂直な指向方向で送信される。

【００２０】

ところが、発明者らの実験結果によると、複数のアンテナ電極のうち何れかのアンテナ電極の或る箇所を接地電極に接続すると、接地電極に接続されたアンテナ電極を伝搬する高周波信号の位相と接地電極に接続されないアンテナ電極を伝搬する高周波信号の位相との間に位相ズレが生じるために、複数のアンテナ電極から送信される統合的な電波ビームの指向方向が傾くことが確認された。なお、接地電極に接続されたアンテナ電極の接地電極に接続されないアンテナ電極に対する位相ズレは、アンテナ電極における接地電極の接続位置やアンテナ電極の形状などによって、進む場合も遅れる場合もあり得る。位相ズレの量も、アンテナ電極における接地電極の接続位置やアンテナ電極の形状などによって異なる。

【００２１】

例えば、アンテナ電極がある形状である場合には、接地電極に接続されたアンテナ電極を伝搬する高周波信号の位相が接地電極に接続されないアンテナ電極を伝搬する高周波信号の位相より進むために、複数のアンテナ電極から出力される電波のビームを合わせた統合的な電波は、接地電極に接続されていないアンテナ電極側（つまり、位相の遅れたアンテナ電極側）へ傾くことが分かった。以下、接地電極に接続されたアンテナ電極を伝搬する高周波信号の位相が、そうでないアンテナ電極を伝搬する高周波信号の位相より進む場合を例にとり、本発明の実施形態について説明する。

【００２２】

図２は、本発明のマイクロストリップアンテナの一実施形態を示す平面図である。図３は、図２のＡ－Ａ断面図である。

【００２３】

図２、３に示すマイクロストリップアンテナは、図１に示したのと同じ基本的構成、すなわち、基板１とＡアンテナ電極２とＢアンテナ電極３と接地電極４と給電線１０を有

する。これに加えて、一方の電極、例えばAアンテナ電極2、の或る一箇所2Aが接地電極4に接続される。すなわち、Aアンテナ電極2の上記一箇所2Aに対応する基板1の箇所を導電体性の接続部材（以下、「スルーホール」という）5が貫通しており、このスルーホール5は、一端にてAアンテナ電極2の上記一箇所に結合され、他端にて接地電極4に結合される。このように、Aアンテナ電極2の上記一箇所2Aは、スルーホール5を介して接地電極4に接続されている。このように接地電極4に接続されるアンテナ電極の箇所を、「接地点」と呼ぶ。図2に示すように、アンテナ電極2、3の図中下側の給電点P、Pから反対側の縁（終端縁）までのアンテナ電極2、3の長さLは、高周波信号の基板1での半波長 $\lambda_g/2$ と同じかやや小さく設計されている。ここで、 λ_g は、基板1を伝搬する高周波信号の波長である。また、真空中における高周波信号電波の波長を λ 、基板1の誘電率を ϵ_r とすると、 $\lambda = \epsilon_r^{-1/2} \cdot \lambda_g$ である。図2に示す例では、Aアンテナ電極2の接地点2Aは、給電点Pがある縁とは反対側の終端縁の1箇所に配置されている。Aアンテナ電極2から発射される電波のビームは、Bアンテナ電極3から発射される電波のビームより位相が若干進み、結果として、両ビームをあわせた統合的な電波ビームの指向方向は、図2で矢印に示すようにBアンテナ電極3の側へ傾く。

【0024】

図2に示す構成において、Aアンテナ電極2の接地点2Aの位置を変えると、統合的な電波ビームの指向方向の傾き角度が変化する。図4は、アンテナ電極2、3が或る形状である場合において実験的に得られた、接地点2Aの位置と統合的な電波ビームの指向方向の基板面に垂直な方向に対する傾き角度との関係を示す特性図である。図4において、横軸はAアンテナ電極2の給電点Pを原点0とした場合の図2に示した長さLの方向における接地点2Aの位置を示し、縦軸は統合的な電波ビームの傾き角度を示している。

【0025】

図4から分かるように、長さLの方向における給電点Pから接地点2Aまでの距離がほぼ0（つまり、接地点2Aが給電点Pと同じ縁上）またはほぼ半波長 $\lambda_g/2$ （つまり、接地点2Aが給電点Pと反対側の終端縁上）であるときに、統合的な電波ビームの傾き角度が最大となり、逆に、その距離がほぼ4分の1波長 $\lambda_g/4$ （つまり、接地点2Aが長さL方向の中央位置上）であるときに、統合的な電波ビームの傾き角度が最小（ほぼ0）となる。なお、図には示していないが、接地点2Aの位置を長さL方向とは直交する方向に変えた場合には、統合的な電波ビームの傾き角度に目立った変化はない。例えば、図2において、Aアンテナ電極2の上左端（図4中で $\lambda_g/2$ の位置）にある接地点2Aを、上側の縁に沿って右方向へ移動させても、統合的な電波ビームの傾き角度に目立った変化はない。これに対し、上左端の接地点2Aを、左側の縁に沿って下方へ移動させると、傾き角度は低下して中央点（図4中で $\lambda_g/4$ の位置）で最小となり、次に上昇して下側の縁（図4中で0の位置）に到達すると再び最大となる。

【0026】

従って、図5に示すように、Aアンテナ電極2の接地点2Aを終端縁よりやや中間位置側に配置した場合、統合的な電波ビームの傾きは、図2に示す場合よりやや小さくなる。図2と図5に示した2つの接地点2Aの位置の双方にスルーホール5を設け、それらのスルーホール5にそれぞれスイッチ（図示せず）を設けて、それらのスルーホール5を個別に開閉できるようにすると、それらのスイッチのすべてがオフか、いずれかひとつにスイッチがオンであるかにより、統合的な電波ビームの方向を3通りに切り替えることができる。

【0027】

図6は、本発明のマイクロストリップアンテナの第2の実施形態の平面図である。また、図7は、図6のB-B断面図である。

【0028】

図6及び図7に示すように、Aアンテナ電極2及びBアンテナ電極3の終端縁が基板1の縁に沿って配置される。Aアンテナ電極2の終端縁が、基板1の縁の側面に配置された接続部材6によって、接地電極4に接続される。このようにしてAアンテナ電極2の終端

縁が接地電極4に接続されることによって、図2の場合と同様に、マイクロストリップアンテナから送信される統合的な電波ビームが、図6の矢印のようにBアンテナ電極3の方向へ傾く。

【0029】

図8は、本発明のマイクロストリップアンテナの第3の実施形態の平面図である。

【0030】

図8に示すように、Aアンテナ電極7及びBアンテナ電極8の給電点P、Pが、それぞれのアンテナ電極7、8の内奥の位置（伝送線路10のインピーダンスとアンテナインピーダンスとが一致する点）に配置されている。Aアンテナ電極7の終端縁の左端に接地点7Aがあり、これが図示しないスルーホールによって背面の接地電極に接続される。それにより、統合的な電波ビームは例えば図8の矢印に示すようにBアンテナ電極3の方向へ傾く。

【0031】

図8の実施形態において、Aアンテナ電極7の接地点7Aを例えば図9に示すように終端縁の右端に変え、統合的な電波ビームは例えば図9の矢印に示すようにAアンテナ電極2方へ傾く。図8と図9に示した2つの接地点7Aの位置の双方にスルーホールを設け、それらのスルーホールにそれぞれスイッチ（図示せず）を設けて、それらのスルーホールを個別に開閉できるようにすると、それらのスイッチのすべてがオフか、いずれかひとつにスイッチがオンであるかにより、統合的な電波ビームの方向を3通りに切り替えることができる。図8、9に示す構成では、片側のアンテナ電極にはスルーホールをまったく配置していないため製造上のばらつきによる（インピーダンス不整合）伝達損失を片側に集約でき、出力特性の良いアンテナを提供できる。

【0032】

図10は、本発明のマイクロストリップアンテナの第4の実施形態の平面図である。

【0033】

図10に示すように、基板1にAアンテナ電極11、Bアンテナ電極12、Cアンテナ電極13、及びDアンテナ電極14の4枚のアンテナ電極が配置され、Aアンテナ電極11の終端縁上の1箇所（図10の左向き）に接地点11Aが設けられ、Cアンテナ電極13の終端縁上の1箇所（図10の右向き）にも接地点13Aが設けられる。これにより、例えば図10の右向きの矢印のように、統合的な電波ビームの指向方向がBアンテナ電極12及びDアンテナ電極14の方向へ傾く。

【0034】

また、この実施形態において、図11に示すように、Aアンテナ電極11とBアンテナ電極12の終端縁上にそれぞれ接地点11A、12Aが設けられると、例えば図11に示す下向きの矢印のように、統合的な電波ビームの指向方向がCアンテナ電極13及びDアンテナ電極14の方向へ傾く。

【0035】

また、この実施形態において、図12に示すように、Aアンテナ電極11にのみ接地点11Aが設けられると、例えば図12に示す右斜め下向きの矢印のように、統合的な電波ビームの指向方向がDアンテナ電極14の方向へ傾く。

【0036】

また、この実施形態において、図13に示すように、Aアンテナ電極11とBアンテナ電極12とCアンテナ電極13の終端縁上にそれぞれ接地点11A、12A、13Aが設けられると、例えば図13に示す右斜め下向きの矢印のように、統合的な電波ビームの指向方向がDアンテナ電極14の方向へ図12の場合より大きく傾く。接地点11A－13Aに接続されたスルーホール（図示せず）にそれぞれスイッチ（図示せず）を設けて、それらスイッチを選択的に有効／無効にすることで、図10から図13に示したようなバリエーションが選択できる。

【0037】

図14は、本発明のマイクロストリップアンテナの第5の実施形態を示す平面図である。

【0038】

図14に示すように、Aアンテナ電極11、Bアンテナ電極12、Cアンテナ電極13、及びDアンテナ電極14の4枚のアンテナ電極が配置され、Aアンテナ電極11とBアンテナ電極12の終端縁が基板1の上縁に沿って配置される。そして、Aアンテナ電極11の終端縁上の2つの箇所が、それぞれ、その2箇所に対応した基板1の上縁の側面に配置された2つの接続部材6A、6Bによって、基板1の裏面の接地電極（図示せず）に接続される。同様に、Bアンテナ電極12の終端縁上の2つの箇所が、それぞれ、その2箇所に対応した基板1の上縁の側面に配置された2つの接続部材6C、6Dによって、基板1の裏面の接地電極（図示せず）に接続される。これによって、例えば図14に示す下向きの矢印のように、統合的な電波ビームの指向方向がCアンテナ電極13及びDアンテナ電極14の方向へ傾く。接続部材6A、6B、6C、6Dにそれぞれスイッチ（図示せず）を設けて、それらスイッチにより接続部材6A、6B、6A、6B、6C、6Dを開閉することで、統合的な電波ビームの指向方向や角度を変化させることができる。

【0039】

図15は、本発明のマイクロストリップアンテナの第6の実施形態を示す配置断面図である。

【0040】

図15に示すように、基板1は、A基板1A、B基板1Bのような積層された複数の基板からなる多層基板であり、A基板1AとB基板1Bの間に接地電極4が挟み込まれている。つまり、基板1の内部に接地電極4が配置される。Aアンテナ電極2及びBアンテナ電極3は例えば図2の実施形態と同様に配置される。Aアンテナ電極2は、例えば終端縁の一箇所の接地点2Aにて、A基板1Aを貫くスルーホール5によって接地電極4に接続される。図2の実施形態と同様に、統合的な電波ビームの指向方向がBアンテナ電極3の方向へ傾く。スルーホール5にスイッチ（図示せず）を設けて、そのスイッチによりスルーホール5を開閉することで、統合的な電波ビームの指向方向を変化させることができる。

【0041】

図16は、上述したスイッチの一例を示す断面図である。

【0042】

図16に示すように、Aアンテナ電極2に接続されたスルーホール5と接地電極4とが間の接続される箇所にスイッチ9が設けられ、スイッチ9はこのスルーホール5と接地電極4間の接続を開閉する。スイッチ9は、Aアンテナ電極2を平面視した場合にAアンテナ電極2の領域内に入る場所に配置されている。スイッチ9は、高周波信号を良好に通せる特性を持つ必要はないから、高周波スイッチである必要はない。スイッチ9は、機械的なスイッチでもよいし半導体スイッチでもよい。

【0043】

図17は、本発明のマイクロストリップアンテナの第7の実施形態を示す断面図である。

【0044】

この実施形態の平面図は図10から図13に示したものと同様である。図17に示すように、Aアンテナ電極11は、接地点11Aにて、スルーホール5Aによって接地電極4に接続される。一方、Bアンテナ電極12は、Aアンテナ電極11の接地点11Aと対称の位置にある点12Aにて、スルーホール5Bに接続されているものの、このスルーホール5Bは基板1を完全に貫いておらず接地電極4には接続されていない。つまり、スルーホール5Bは、スルーホールとして機能しないダミーのスルーホールである。従って、Bアンテナ電極12は接地電極4に接続されていない。このAアンテナ電極11とBアンテナ電極12と同様の構成が、Cアンテナ電極13とDアンテナ電極14にも適用されている。従って、図10の場合と同様に、Aアンテナ電極11とCアンテナ電極13だけが接地電極4に接続されるので、統合的な電波ビームの指向方向は図10の場合と同様に傾く。

。それに加えて、接地電極 4 へ接続されない B アンテナ電極 1 2 や D アンテナ電極 1 4 にもダミーのスルーホール 5 B が接続されることにより、全てのアンテナ電極 1 1－1 4 がをほぼ同じ形状に構成されることになり、アンテナ電極 1 1－1 4 の整合性がよくなる。

【0045】

図 1 8 は、本発明のマイクロストリップアンテナの第 8 の実施形態を示す平面図である。図 1 9 は、図 1 8 の C－C 断面図である。

【0046】

図 1 8 において、アンテナ電極 2 1 の給電点 P から終端縁（上側の縁）までの長さ L は、高周波信号の半波長 $\lambda_g/2$ よりやや大きく設定されている。そのため、アンテナ電極 2 1 は高周波信号に対して 2 次共振周波数モードで動作し、その結果、図 1 9 に示すようにアンテナ電極 2 1 から 2 つの方向へスプリットした電波ビーム 2 2，2 3 が出力される。アンテナ電極 2 1 の何処も接地電極 4 と接続されていなければ、スプリットした電波ビーム 2 2，2 3 を統合した電波ビームの指向方向は基板 1 に垂直である。アンテナ電極 2 1 が、或る位置（例えば、終端縁の左端）に配置された接地点 2 1 A にて、スルーホール 5 A を通じて接地電極 4 に接続されると、2 つの電波ビーム 2 2，2 3 の間の位相がずれる（例えば、接地点 2 1 A 側の電波ビーム 2 2 の位相が進む）ために、電波ビーム 2 2，2 3 を合わせた統合的な電波ビームの指向方向は例えば接地点 2 1 A がない側（図中右側）に傾く。アンテナ電極 2 1 が、別の位置（例えば、終端縁の右端）に配置された接地点 2 1 B にて、スルーホール 5 B を通じて接地電極 4 に接続されると、統合的な電波ビームの指向方向は別の方向（例えば、左側）へ傾く。スルーホール 5 A、5 B をそれぞれスイッチ 9 A、9 B によって開閉して接地点の位置を変化させれば、統合的な電波ビームの指向方向が変化する。

【0047】

図 2 0 は、本発明のマイクロストリップアンテナの第 9 の実施形態を示す平面図である。図 2 1 は、同実施形態の背面図である。図 2 2 は、図 2 0 の D－D 断面図である。図 2 3 は、図 2 1 におけるスルーホールと接地電極との接続箇所 S の拡大図である。

【0048】

図 2 0 および図 2 2 に示すように、基板 1 の表面には複数のアンテナ電極 1 1，1 2，1 3，1 4 が配置され、アンテナ電極 1 1，1 2，1 3，1 4 の各々は、異なる位置に配置された複数の接地点 1 1 A－1 1 C、1 2 A－1 2 C、1 3 A－1 3 C、1 4 A－1 4 C にて複数のスルーホール 5、5、…と接続されている。図 2 1 に示すように、基板 1 の裏面には実質的に全面に亘って接地電極 4 が配置されている。図 2 2 および図 2 3 に示すように、各スルーホール 5 は基板 1 を貫通して裏面側で円形の島状の電極（以下、ランドという）3 1 を形成している。図 2 3 に示すように、接地電極 4 の各ランド 3 1 に対応する箇所には、ランド 3 1 と同心のより大きい円形の隙間が開いており、よって、ランド 3 1 と接地電極 4 の間には絶縁スペース 3 3 が存在する。接続線 3 2 が、絶縁スペース 3 3 を跨いで、ランド 3 1 と接地電極 4 の間をつないでいる。接続線 3 2 は、スイッチ機能をもち、ランド 3 1 と接地電極 4 を電氣的に接続したり、切り離したりすることができる。各接続線 3 2 の開閉により、上述した複数の接地点 1 1 A－1 1 C、1 2 A－1 2 C、1 3 A－1 3 C、1 4 A－1 4 C のうちのどれを接地電極 4 に接続するかを選択することにより、統合的な電波ビームの指向方向を変化させることができる。

【0049】

なお、各アンテナ電極における接地点の個数や配置には様々なバリエーションが考えられる。例えば、統合的な電波ビームの指向方向を、基板から垂直方向を中心にして反対方向（例えば、上下や左右）へ振ることができ、かつ、各方向において指向方向の傾き角の大きさを所望数の段階に変えられるような複数の箇所に接地点を配置することができる。

【0050】

ところで、上述したすべての実施形態において、スイッチが、アンテナ電極と接地電極との間をオン（接続）とオフ（切断）の 2 段階に単純に切り替えている。しかし、変形例

として、アンテナ電極と接地電極との電氣的な結合の度合い、換言すれば、アンテナ電極と接地電極との間の高周波信号に対するインピーダンス $Z (=R + j \omega L - j \cdot 1 / \omega C)$ を、連続的または段階的に調節することにより、統合的な電波ビームの指向方向を連続的または段階的に変化させるようにすることもできる。例えば、図23に示した例では、接続線32の幅 d_m （換言すれば断面積）や絶縁スペースの距離 d_s などが、ランド31（つまり、アンテナ電極）と接地電極4との間のインピーダンスに影響を与える。従って、図23に示した例において、接続線32の幅 d_m または絶縁スペースの距離 d_s を連続的または段階的に可変とする構成を導入することにより、アンテナ電極と接地電極4との間のインピーダンスを変え、それにより、統合的な電波ビームの指向方向の傾きの大きさを可変制御することができる。ことができる。例えば、接続線32の幅 d_m を変えることによって、接続線32のインピーダンス（抵抗値）を変えることができる。また、アンテナ電極から接地電極に接続されるスルーホール5の長さを変えることで、アンテナ電極と接地電極との間のインピーダンスを変えることもできる。

【0051】

以下では、このようにアンテナ電極と接地電極との間のインピーダンスを変えるようにした実施形態について説明する。

【0052】

図24は、本発明のマイクロストリップアンテナの第10の実施形態を示す断面図である。

【0053】

図24に示す実施形態では、スルーホール5の長さを変えることによってアンテナ電極2と接地電極4との間のインピーダンスが可変制御される。すなわち、多層基板34の表面にはアンテナ電極2が配置され、そのアンテナ電極2に接続されたスルーホール5が多層基板34を裏面側まで貫いている。スルーホール5は、その長さによってそのインピーダンスが有意に変わるような材質又は細さに形成されている。多層基板34の裏面には接地電極4が配置されている。さらに、多層基板34の各層間に中間電極35A、35B、35C、35Dがそれぞれ配置されており、これらの中間電極35A、35B、35C、35Dのすべてにスルーホール5が接続されている。そして、各中間電極35A、35B、35C、35Dは、それぞれ、スイッチSW1、SW2、SW3、SW4によって裏面の接地電極4に接続されるように構成されている。

【0054】

ここで、スイッチSW1をONすると、接地電極4は実質的に中間電極35Aの位置になるので、スルーホール5の実効長さは最も短くなり、アンテナ電極2と接地電極4との間のインピーダンスは最も小さくなる。また、スイッチSW4をONすると、接地電極4は実質的に中間電極35Dの位置になるので、スルーホール5の実効長さは最も長くなり、アンテナ電極2と接地電極4との間のインピーダンスは最も大きくなる。このようにして、各スイッチSW1、SW2、SW3、SW4を切替えることによって、スルーホール5の実効長さを変えることにより、アンテナ電極2と接地電極4との間のインピーダンスが変わるので、統合的な電波ビームの指向方向が変わる。

【0055】

図25は、本発明のマイクロストリップアンテナの第11の実施形態におけるスルーホール5と接地電極4と接続箇所の部分を示す平面図である。

【0056】

この実施形態において、スルーホール5とランド31と接地電極4とは図23に示したものと同様の構成になっている。図25(a)から(c)に示すように、接続線32Aは先端に行く置くほど連続的に細くなる（断面積が小さくなる）形状を有する。接続線32Aは、アクチュエータ41により、一定角度範囲で回転移動するようになっている。図25(a)に示すように、接続線32Aの先端の最も細い部分がランド31と接地電極4を接続する場合、接続線32Aのインピーダンス（すなわち、アンテナ電極と接地電極4との間のインピーダンス）が最も大きくなる。図25(b)および図25(c)に示すよう

に、接続線 3 2 A のより太い部分がランド 3 1 と接地電極 4 を接続する場合、接続線 3 2 A のインピーダンス（すなわち、アンテナ電極と接地電極 4 との間のインピーダンス）はより小さくなる。統合的な電波ビームの傾き角度は、上記インピーダンスの大きさに対応した角度となる。このようにしてインピーダンスの大きさが連続的に変わることで、統合的な電波ビームの傾きが連続的に変わる。

【0057】

図 26 は、本発明のマイクロストリップアンテナの第 12 の実施形態におけるスルーホール 5 と接地電極 4 と接続箇所の部分を示す平面図である。

【0058】

図 26 (a) から (c) に示すように、先端に行くほど連続的に細くなる（断面積が小さくなる）形状の接続線 3 2 B が、アクチュエータ 4 2 によってある距離範囲で直線的に移動するようになっている。図 25 の実施形態と同等の作用効果が得られる。

【0059】

図 27 は、本発明のマイクロストリップアンテナの第 13 の実施形態におけるスルーホール 5 と接地電極 4 と接続箇所の部分を示す平面図である。

【0060】

図 27 に示すように、先端に行くほど段階的に細くなる（断面積が小さくなる）形状の接続線 3 2 C が、アクチュエータ 4 2 によってある距離範囲で直線的に移動するようになっている。これにより、統合的な電波ビームの傾きを段階的に変えることができる。

【0061】

図 28 は、本発明のマイクロストリップアンテナの第 14 の実施形態におけるスルーホール 5 と接地電極 4 と接続箇所の部分を示す断面図である。

【0062】

図 28 (a) に示す状態では、可動電極 4 5 が、バネ 4 4 の反発力によって、接地電極 4 とランド 3 1 から離れており、ランド 3 1 と接地電極 4 との間（つまり、アンテナ電極と接地電極 4 との間）のインピーダンス Z は最大である。図 28 (b) に示す状態では、可動電極 4 5 がバネ 4 4 に抗してランド 3 1 と接地電極 4 に完全に接触し、ランド 3 1 と接地電極 4 との間（つまり、アンテナ電極と接地電極 4 との間）のインピーダンス Z は最小である。このようにして、アンテナ電極と接地電極 4 との間のインピーダンスが 2 段階に切り替わる。これに応じて、統合的な電波ビームの指向方向が 2 段階に変わる。

【0063】

図 29 は、本発明のマイクロストリップアンテナの第 15 の実施形態におけるスルーホール 5 と接地電極 4 と接続箇所の部分を示す断面図である。

【0064】

図 29 (a) に示すように、可動電極 4 7 が、バネ 4 6 の反発力によって、接地電極 4 とランド 3 1 から所定の最大距離だけ離れている。このとき、接続板 4 5 を介したランド 3 1 と接地電極 4 との間の静電容量 (C) は最小であり、よって、ランド 3 1 と接地電極 4 との間（つまり、アンテナ電極と接地電極 4 との間）のインピーダンス Z は最大である。図 29 (b) に示すように、可動電極 4 7 がバネ 4 6 に抗って、ランド 3 1 と接地電極 4 に若干近づくと、ランド 3 1 と接地電極 4 との間の静電容量 (C) はより大きくなり、ランド 3 1 と接地電極 4 との間（つまり、アンテナ電極と接地電極 4 との間）のインピーダンス Z はより小さくなる。図 29 (c) に示すように、可動電極 4 7 がバネ 4 6 に抗って、ランド 3 1 と接地電極 4 に更に近づくと、ランド 3 1 と接地電極 4 との間の静電容量 (C) は更に大きくなり、ランド 3 1 と接地電極 4 との間（つまり、アンテナ電極と接地電極 4 との間）のインピーダンス Z は更に小さくなる。このようにして、アンテナ電極と接地電極 4 との間のインピーダンスは連続的に変化する。これに応じて、統合的な電波ビームの指向方向が連続的に変わる。

【0065】

上述した本発明に従うマイクロストリップアンテナは、物体の検知などのための高周波センサに応用できる。そのような高周波センサは、マイクロストリップアンテナを用いた

送信アンテナと、送信アンテナから出力された電波の物体からの反射波又は透過波を受信するための受信アンテナと、受信アンテナからの電気信号を受けて処理する処理回路とを備えたる。ここで受信アンテナは送信アンテナとは別に設けることができるが、特に反射波を受信する場合には、送信アンテナを受信アンテナとしても用いることができる。

【0066】

次に、本発明に従うマイクロストリップアンテナの特性に関して説明する。

【0067】

実験によれば、アンテナ電極への給電点の位置およびアンテナ電極の間隔によって、同じ共振周波数でもアンテナの形状が異なり、スルーホールの配置が同じでも位相が進んだり遅れたりして、電波の放射角度が異なる。

【0068】

図30から図32は、10GHzにて共振するアンテナの構造のバリエーションを示しており、図30ではアンテナ電極2、3の端縁に給電（信号の伝送線10との接続箇所）Pが配置され、図31と図32ではアンテナ電極2、3の内部に給電点Pが配置されている。アンテナ電極2、3の間隔は図30と図31では15mm、図32では10mmである。これらの図において、(a)の平面図における白丸と黒丸の印はスルーホール2A、2Bの位置を示し、(b)のグラフにおける横軸はスルーホール2A、2Bの給電点Pからの矢印方向の位置、縦軸は統合された電波の放射角度、点線の曲線は白丸のスルーホール2Aの場合の実験で得られた放射角度の変化、実線の曲線は黒丸のスルーホール2Bの場合の実験で得られた放射角度の変化を示す。なお、ここで言う（以降の説明でも同様）放射角度とは、アンテナ電極の面に垂直な方向（つまり、スルーホールが無いときの放射方向）を角度ゼロとしたときの、この角度ゼロ方向に対する放射方向の傾き角度である。

【0069】

図30では、図30(a)に示すようにスルーホール2A、2Bをアンテナ電極2の図中左上（白丸）または中央上（黒丸）のいずれに配置した場合でも、スルーホール2A、2Bの位置を矢印のように下方へ変化させたとき、統合された電波の放射角度は、図30(b)に示すように同様の傾向で変化した。

【0070】

図31、図32では、アンテナ電極の中央上（黒丸）にスルーホール2Bを配置した場合、図30と同様の変化を示した。しかし、アンテナ電極の左上（白丸）にスルーホール2Aを配置した場合、 $\lambda g/4$ の位置について対称に十方向から一方向へ放射角度が変化する。そして、図31と図32を対比して分かるように、アンテナ電極2、3の間隔が狭くなるほど、位相が進む側の放射角度が大きくなり、その変化量も大きかった。

【0071】

図33、図43及び図44は、それぞれ、上述した図30、図31及び図32と同じ構造のアンテナにおいて、各図(a)に示すように、アンテナ電極2のスルーホール2Aの位置を給電点P側の縁とは反対側の終端縁の近傍に置き、これを矢印のように終端縁に沿って図中左端から右端まで横方向（給電点Pから終端縁へ向かう方向に直行する方向）へ移動させた場合に、実験的に得られたスルーホール2Aの位置と統合された電波の放射角度との関係を示している（各図(b)）。なお、各図(b)において、横軸のスルーホール位置の原点0は、各図(a)でスルーホール2Aが位置している左端位置（他方のアンテナ電極3から最も遠い位置）に対応し、また、Wは、アンテナ電極2の上述した横方向の寸法（幅）を示している。

【0072】

図33のアンテナ（図30と同じ構造）の場合、放射角度はスルーホール2Aの位置にかかわらず一定角度であった。図43のアンテナ（図31と同じ構造）の場合、スルーホール2Aの位置が中央位置（ $W/2$ ）より左側では一定角度（図33のアンテナの最大放射角度より大きい）であったが、スルーホール2Aが中央位置（ $W/2$ ）より右側では右方向へ行くほど低下した。図44のアンテナ（図32と同じ構造）の場合、スルーホール2Aが中央位置（ $W/2$ ）にあるとき放射角度は最大のピーク（図33、図34のアンテナの最大放

射角度より大きい) となり、スルーホール 2 A が左右両側へ移動すると急激に低下した。

【0073】

このように、アンテナ構造によって放射角度変化の特性が異なる。どのアンテナ構造を採用するか、用途に応じて取捨選択することができる。しかし、上記の考察からわかることは、多くのアンテナ構造において、アンテナ電極 2 の終端縁近傍の幅 W 方向の中央位置 ($W/2$) に 1 つのスルーホールを設けることで、最大の放射角度が得られることである。よって、その終端縁の中央位置のスルーホールの有効／無効をスイッチなどで切り替えることにより、それぞれのアンテナ構造における最大の放射角度変化を得ることができる。また、終端縁の中央位置以外のもっと小さい放射角度が得られる位置にも別のスルーホールを設け、それら複数のスルーホールの有効／無効をスイッチなどで選択することで、よりデリケートな放射方向制御ができる。

【0074】

ここでは、励振周波数が 10 GHz にて説明しているが、励振周波数がより高いまたはより低い場合であってアンテナ電極 2, 3 の形状や間隔が 10 GHz の場合とは異なる場合であっても、上述と同様の傾向があった。

【0075】

複数のスルーホールを選択して電波の放射角度を切替える場合、図 23 で説明したように、各スルーホールと接地電極の間にスペースを設けて両者を電氣的に分離する構造が採用できる。

【0076】

図 34 は、実験により得られた、スルーホールの直径 (横軸) と統合電波の放射角度 (縦軸) との関係を示している。アンテナの励振周波数は 10 GHz である。

【0077】

図 34 から分かるように、スルーホールの直径を小さくし過ぎるとスルーホールを伝播する高周波信号の伝播量が少なくなるため、放射角度の変化が小さくなる。理由は、スルーホールの直径が小さくなると、スルーホールを伝播する高周波信号の伝播量が少なくなるためと考えられる。

【0078】

逆に、スルーホールの直径を大きくしていくと放射角度が大きくなるが、(励振周波数が例えば 10 GHz の場合) 直径が例えば $\phi 0.3$ mm 付近で放射角度は飽和状態に至った。また、スルーホールの外周がアンテナにおける $\lambda/2$ の位置に近くなるほど放射角度が小さくなった。従って、(励振周波数が例えば 10 GHz の場合) スルーホールの直径は $\phi 10 \sim \phi 500$ μ m が望ましく特に有効なのは $\phi 100 \sim \phi 300$ μ m であり、複数のスルーホールを構成し電波の放射角度を切り替えるには $\phi 100 \sim \phi 200$ mm を採用し、1 つのスルーホールと接地電極間のインピーダンス変化で放射角度を切り替えるには、基板の穴あけ加工実績の高い $\phi 300$ mm を採用するのが好適である。

【0079】

なお、アンテナの励振周波数に応じてスルーホールの最適な直径は変化し、励振周波数が高くなるほどスルーホールの直径を小さくした方が良い。その理由は、周波数が高くなるとマイクロストリップライン (MSL) が細くなる原理と同様と考えられる。

【0080】

電波の放射角度を制御する方法としては、上述した種々の実施形態のように、任意の放射角度となるアンテナ電極面の一部にスルーホールを配置し、(例えば、放射角度が最大となるアンテナ電極の位置、つまり例えば先端部中央、にスルーホールを配置し、) そして、図 25 から図 27 の実施形態のように、スルーホールと接地電極間を短絡するライン幅を変更することにより放射角度を制御するようにした構造が採用できる。図 35 は、このようにした場合において、実験的に得られた、ライン幅 (横軸) と放射角度 (縦軸) の関係を示す。

【0081】

あるいは、次のような方法で、スルーホールと接地電極間を短絡させる面積を電氣的ま

たは機械的に制御することによりアンテナの放射角度を段階的に制御することもできる。すなわち、スルーホールまたはスルーホールに接続されたランド上と接地電極との間に例えば10～100 μ m程度の幅（太さ）の板状または針状の電極を複数本配置して、それら電極の中から、スルーホールと接地電極間を短絡させる電極を選択するような構造が採用できる。

【0082】

あるいは、アンテナ電極に複数のスルーホールを配置して、それらを選択することで放射角度を段階的に制御することもできる。スルーホールを複数配置する場合、スルーホールの中心点間に少なくとも基板の厚み以上またはスルーホールの直径以上の間隔を設けることが必要である。そこで、アンテナ電極の幅方向にスルーホールの位置が若干変化しても電波の放射角度が変化しないような場合、例えば図36に白丸印で示すように、アンテナ電極11，12，13，14上の蛇行する複数位置（白丸印）にそれぞれスルーホールを配置すれば、放射角度より細かく段階的に制御できる。

【0083】

図37に示すアンテナは、各アンテナ電極11，12，13，14に接続される伝送線路10の長さが同じであるため、電力が均等に分配される。

【0084】

図38に示すアンテナは、図中下方2枚のアンテナ電極13，14同士間、及び上方2枚のアンテナ電極11，12同士間では、伝播される高周波信号の位相は同じだが、上方2枚のアンテナ電極11，12に接続される伝送線路10の長さより下方2枚のアンテナ電極13，14のそれの方の短いため、上方2枚のアンテナ電極11，12よりも下方2枚のアンテナ電極13，14の方が放射電力が大きい。アンテナ電極にスルーホールを配置して接地電極に接続することにより放射電力が小さくなるが、図38に示すように、放射電力の少ない方のアンテナ11，12にスルーホール11A，12Aを配置することにより、スルーホール11A，12Aによる放射電力の低下を抑制できる。

【0085】

また、図37～図39の3種類のアンテナに関して、それらのアンテナ電極の間隔が等しい場合、それぞれのアンテナからの放射電力の大きさを比較すると、

【0086】

図39（例えば0.28mW） < 図37（例えば0.48mW） < 図38（例えば0.68mW）

となる。一方、放射角度の変化の大きさを比較すると

【0087】

図38（例えば39°） < 図37（例えば45°） < 図39（例えば57°）となる。よって放射パワー重視の場合と角度変化重視の場合とで、上記3種の構造を使い分けることができる。

【0088】

微細加工技術を用いて、アンテナ上に誘電体凹凸レンズや反射ミラーを構成することで、アンテナの特性を一層高めることができる。

【0089】

図40に示す実施形態では、本発明の原理に従って統合電波の放射角度が変えられるようにしたアンテナ電極51，52，53，54のそれぞれの正面に、誘電体凸レンズ55，56，57，58が配置される。それぞれの誘電体凸レンズ55，56，57，58の屈折率が適切に設定されている。アンテナ電極51，52，53，54から放射される電波ビームが矢印のように集光され、分解能があがる。なお、誘電体凸レンズ55，56，57，58それ自体には、公知の構成のものが採用できる。

【0090】

また、図41に示す実施形態では、本発明の原理に従って統合電波の放射角度が変えられるようにしたアンテナ電極51，52，53，54のそれぞれの正面に、誘電体凹レンズ55，56，57，58が設けられる。それぞれの誘電体凹レンズ55，56，57，

5 8の屈折率が適切に設定されている。この場合は、矢印で示すように広角に電波が放射される。なお、誘電体凹レンズ5 5，5 6，5 7，5 8それ自体には、公知の構成のものが採用できる。

【0091】

また、図42に示す実施形態では、本発明の原理に従って統合電波の放射角度が変更られるようにしたアンテナ電極5 1，5 2，5 3，5 4のそれぞれの正面に、微細なビーム方向切替スイッチ6 5，6 6，6 7，6 8が配置される。ビーム方向切替スイッチ6 5，6 6，6 7，6 8は、電波反射ミラー（又はレンズ）を使って電波ビームの方向を切り替えることができるものであり、それ自体には公知の構成のものが採用できる。例えば、各ビーム方向切替スイッチ6 5，6 6，6 7，6 8は、図示のように静電力発生部7 1と電波反射ミラー（又はレンズ）7 2とを有し、静電力発生部7 1が発生する静電力によってその姿勢（傾き）が例えば2段階に切り替わる。各ビーム方向切替スイッチ6 5，6 6，6 7，6 8の切替により、本発明の原理に従う電波ビーム走査の中心を、基板に対して垂直方向からある一定の角度（例えば45度）傾けることができるため、ある狭いエリアだけのスキャンだけでなく、より広いエリア（例えば180度全方位）のスキャンが可能である。

【0092】

以上、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は本発明の説明のための例示にすぎず、本発明の範囲をこの実施形態にのみ限定する趣旨ではない。本発明は、その要旨を逸脱することなく、その他の様々な態様でも実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】複数のアンテナ電極を備えた一般的なマイクロストリップアンテナの斜視図である。

【図2】本発明のマイクロストリップアンテナの一実施形態を示す平面図である。

【図3】図2のA-A断面図である。

【図4】同実施形態におけるアンテナ電極の接地点の位置と統合的な電波ビームの傾き角度との関係を示す図である。

【図5】同実施形態におけるアンテナ電極の接地点の別の配置例を示す平面図である。

。

【図6】本発明のマイクロストリップアンテナの第2の実施形態の平面図である。

【図7】図6のB-B断面図である。

【図8】本発明のマイクロストリップアンテナの第3の実施形態の平面図である。

【図9】同実施形態におけるアンテナ電極の接地点の別の配置例を示す平面図である。

。

【図10】本発明のマイクロストリップアンテナの第4の実施形態の平面図である。

【図11】同実施形態におけるアンテナ電極の接地点の別の配置例を示す平面図である。

【図12】同実施形態におけるアンテナ電極の接地点のまた別の配置例を示す平面図である。

【図13】同実施形態におけるアンテナ電極の接地点のさらにまた別の配置例を示す平面図である。

【図14】本発明のマイクロストリップアンテナの第5の実施形態を示す平面図である。

【図15】本発明のマイクロストリップアンテナの第6の実施形態を示す平面図である。

【図16】本発明のマイクロストリップアンテナを実現するための第11のバリエーションにおけるアンテナ電極及び接地電極の配置断面図である。

【図17】本発明のマイクロストリップアンテナの第7の実施形態を示す断面図である。

【図 1 8】本発明のマイクロストリップアンテナの第 8 の実施形態を示す平面図である。

【図 1 9】図 1 8 の C－C 断面図である。

【図 2 0】本発明のマイクロストリップアンテナの第 9 の実施形態を示す平面図である。

【図 2 1】同実施形態の背面図である。

【図 2 2】図 2 0 の D－D 断面図である。

【図 2 3】図 2 1 におけるスルーホールと接地電極との接続箇所 S の拡大図である。

【図 2 4】本発明のマイクロストリップアンテナの第 1 0 の実施形態を示す断面図である。

【図 2 5】本発明のマイクロストリップアンテナの第 1 1 の実施形態におけるスルーホールと接地電極と接続箇所の部分を示す平面図である。

【図 2 6】本発明のマイクロストリップアンテナの第 1 2 の実施形態におけるスルーホールと接地電極と接続箇所の部分を示す平面図である。

【図 2 7】本発明のマイクロストリップアンテナの第 1 3 の実施形態におけるスルーホールと接地電極と接続箇所の部分を示す平面図である。

【図 2 8】本発明のマイクロストリップアンテナの第 1 4 の実施形態におけるスルーホールと接地電極と接続箇所の部分を示す平面図である。

【図 2 9】本発明のマイクロストリップアンテナの第 1 5 の実施形態におけるスルーホールと接地電極と接続箇所の部分を示す平面図である。

【図 3 0】本発明のマイクロストリップアンテナの構造のバリエーションと電波放射方向の変化の例を示す図。

【図 3 1】本発明のマイクロストリップアンテナの構造のバリエーションと電波放射方向の変化の例を示す図。

【図 3 2】本発明のマイクロストリップアンテナの構造のバリエーションと電波放射方向の変化の例を示す図。

【図 3 3】本発明のマイクロストリップアンテナの構造のバリエーションと電波放射方向の変化の例を示す図。

【図 3 4】実験により得られた、スルーホールの直径（横軸）と統合電波の放射角度（縦軸）との関係を示す図。

【図 3 5】実験により得られた、スルーホールと接地電極間を短絡するライン幅（横軸）と統合電波の放射角度（縦軸）の関係を示す

【図 3 6】本発明のマイクロストリップアンテナの第 1 6 の実施形態の平面図である。

【図 3 7】本発明のマイクロストリップアンテナの第 1 7 の実施形態の平面図である。

【図 3 8】本発明のマイクロストリップアンテナの第 1 8 の実施形態の平面図である。

【図 3 9】本発明のマイクロストリップアンテナの第 1 9 の実施形態の平面図である。

【図 4 0】本発明のマイクロストリップアンテナの第 2 0 の実施形態の平面図である。

【図 4 1】本発明のマイクロストリップアンテナの第 2 1 の実施形態の平面図である。

【図 4 2】本発明のマイクロストリップアンテナの第 2 2 の実施形態の平面図である。

【図 4 3】本発明のマイクロストリップアンテナの構造のバリエーションと電波放射方向の変化の例を示す図。

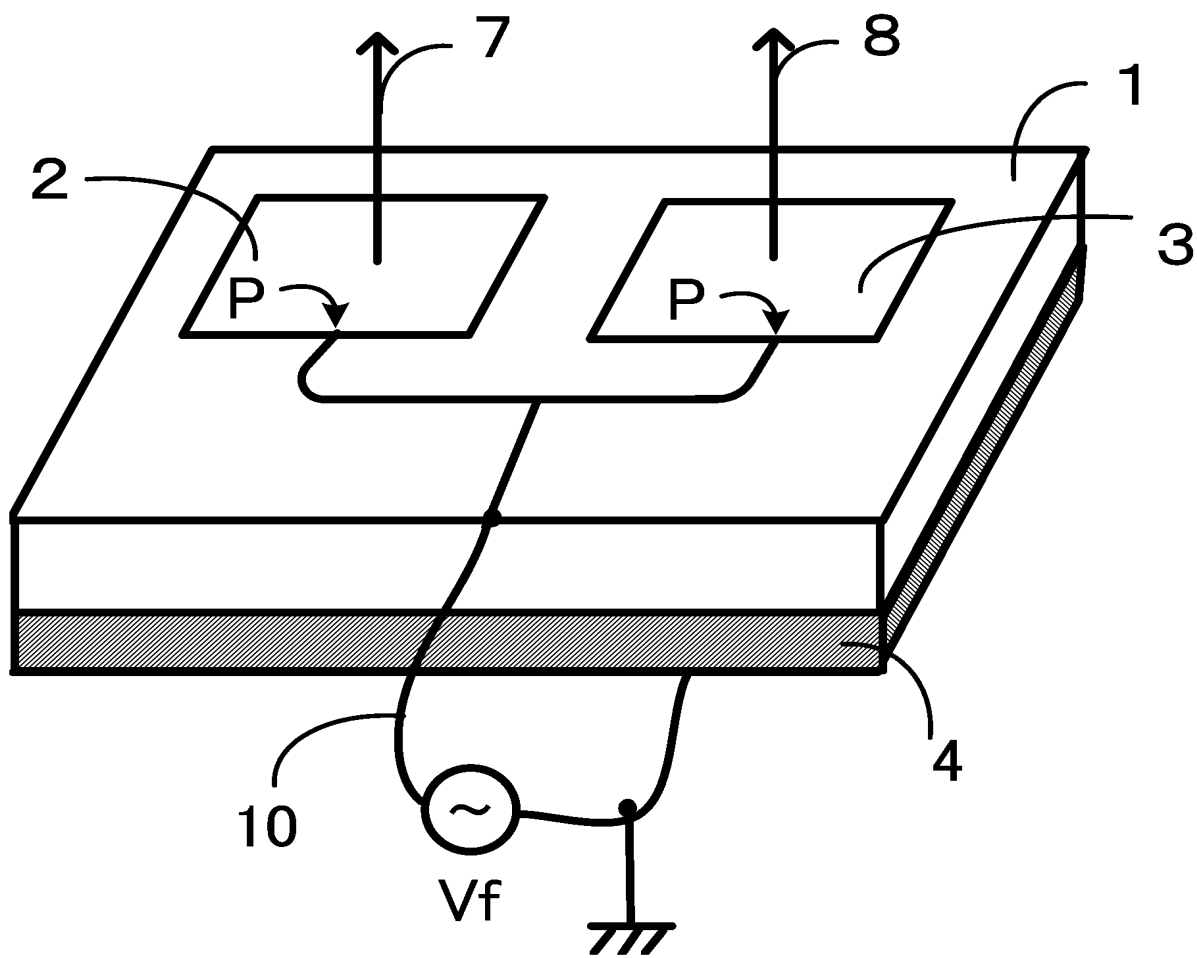
【図 4 4】本発明のマイクロストリップアンテナの構造のバリエーションと電波放射方向の変化の例を示す図。

【符号の説明】

【 0 0 9 4 】

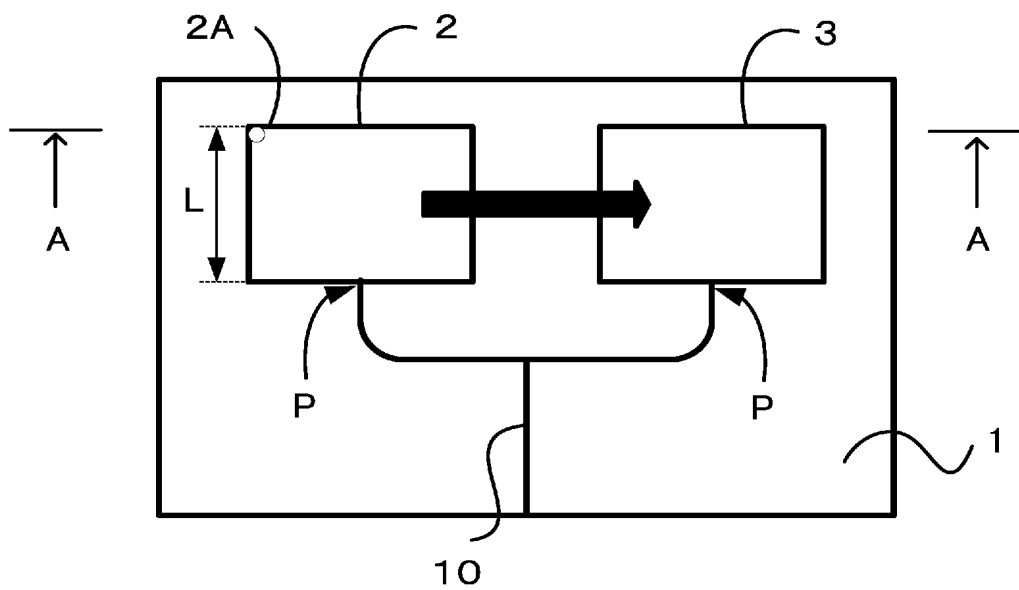
- 1 基板
- 2 , 7 , 1 1 A アンテナ電極
- 3 , 8 , 1 2 B アンテナ電極
- 4 接地電極
- 5 接続部材（スルーホール）
- 6 接続部材
- 9 スイッチ
- 1 0 給電線
- 1 3 C アンテナ電極
- 1 4 D アンテナ電極
- 2 1 アンテナ電極
- 3 1 ランド
- 3 2、4 5 , 4 7 接続線
- 3 3 絶縁スペース
- 4 1 , 4 2 アクチュエータ

図 1



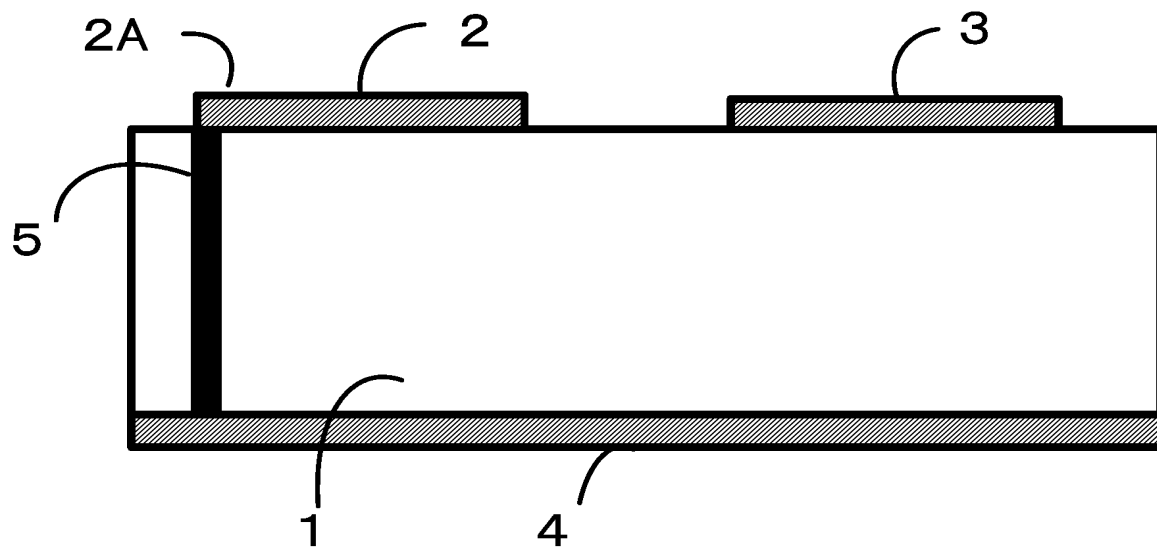
【図 2】

図2



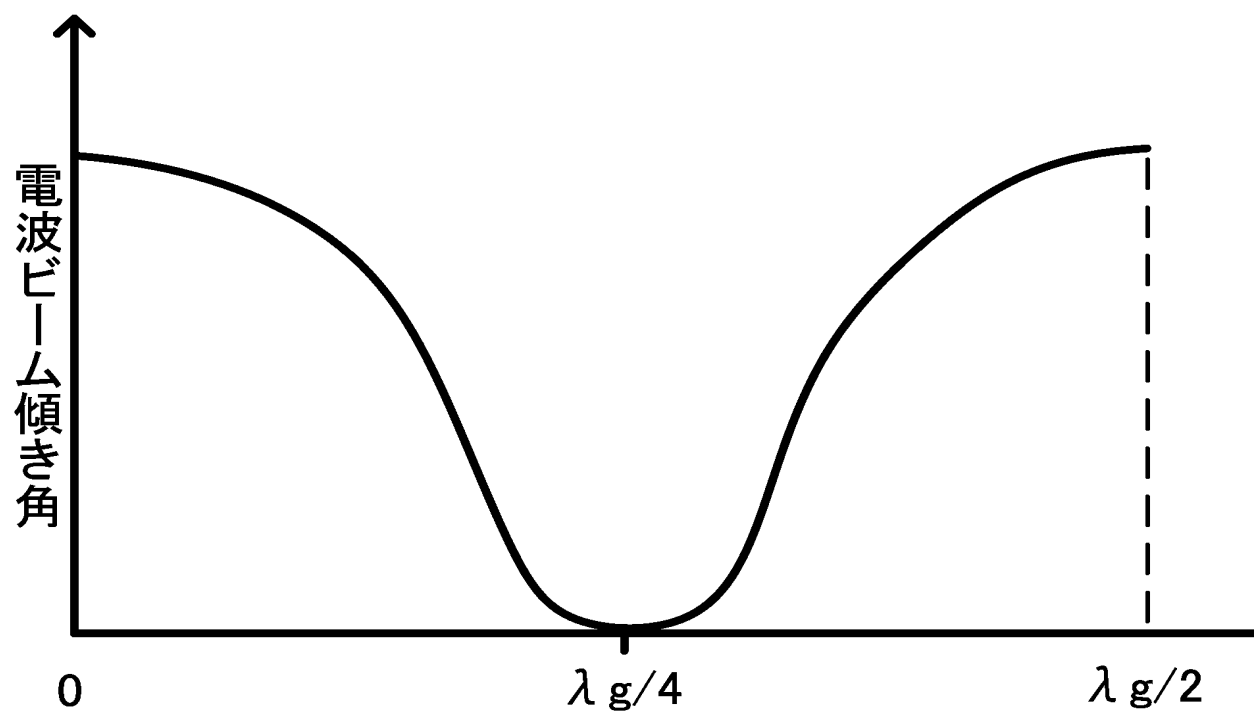
【図 3】

図3



【図 4】

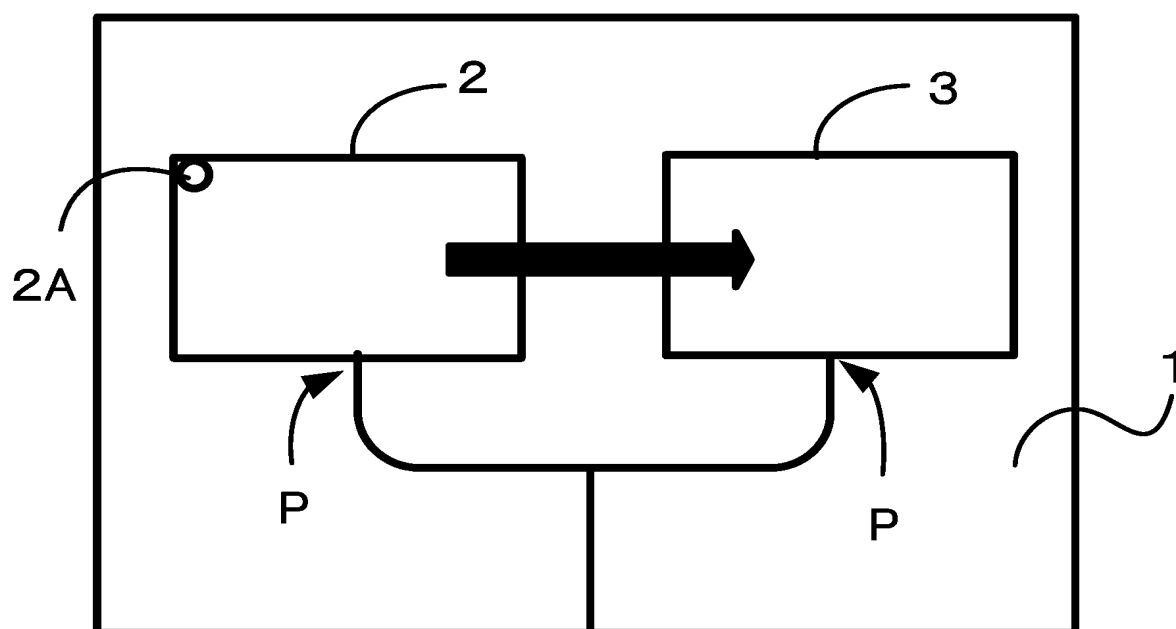
図4



接続点のL方向位置

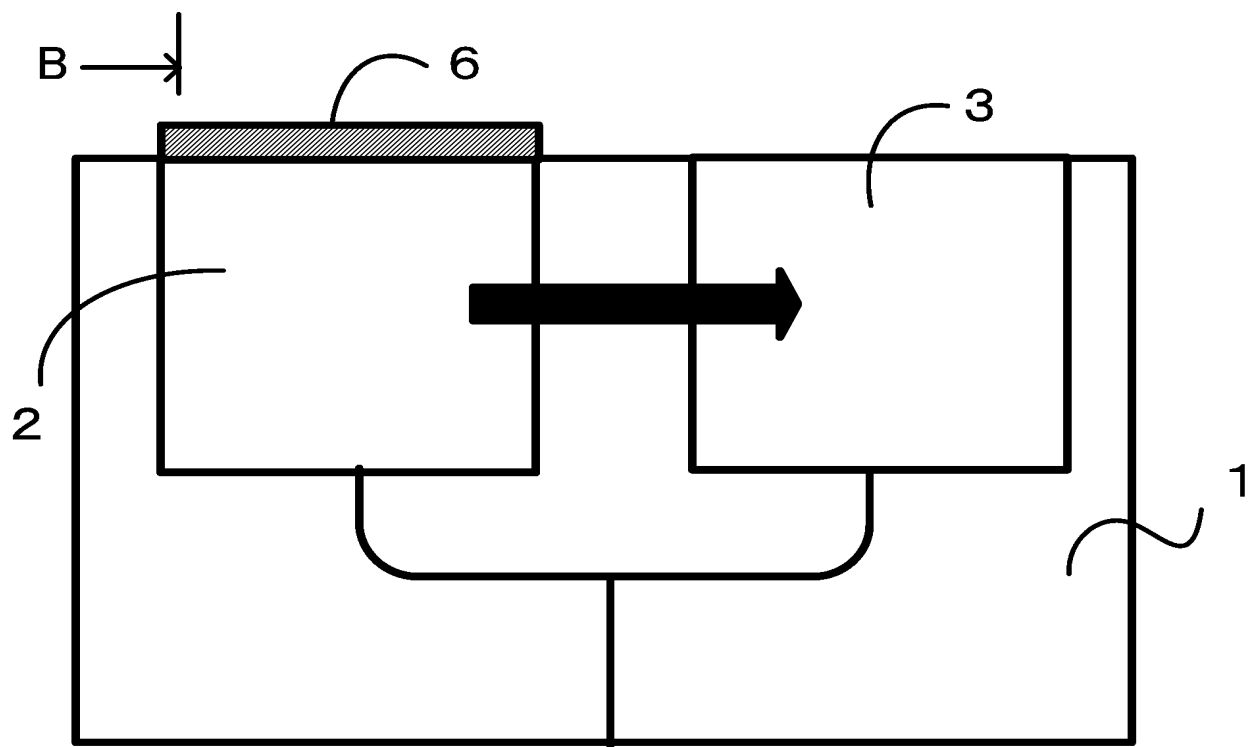
【図 5】

図5



【图 6】

图6



【图 7】

图7

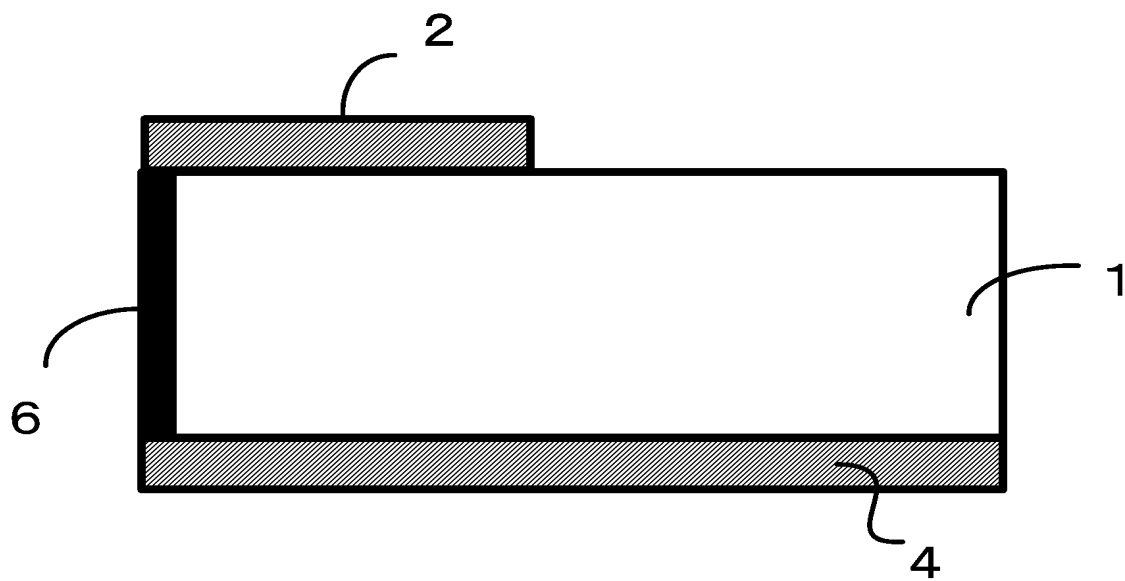


図8

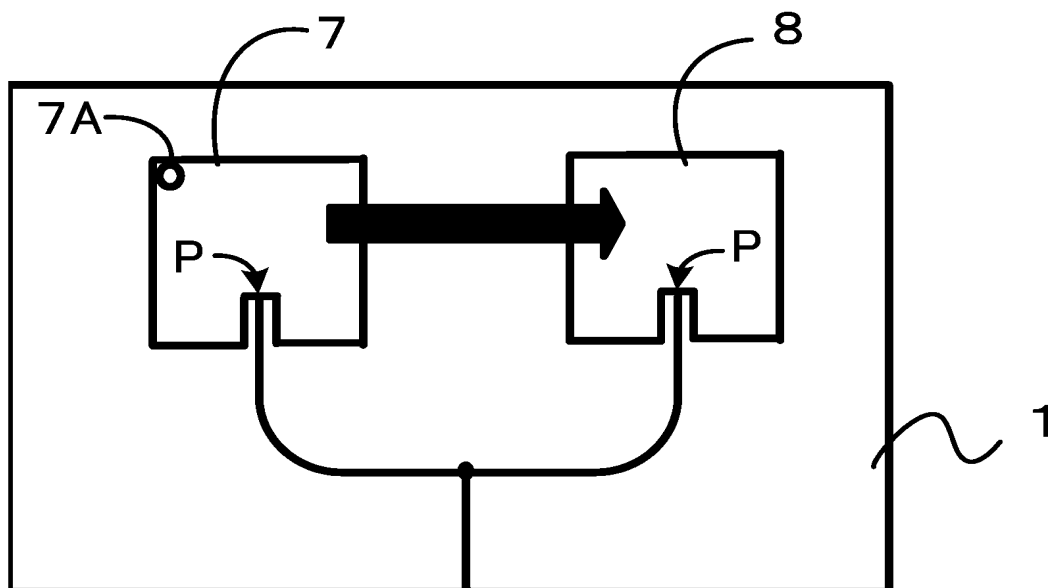


図9

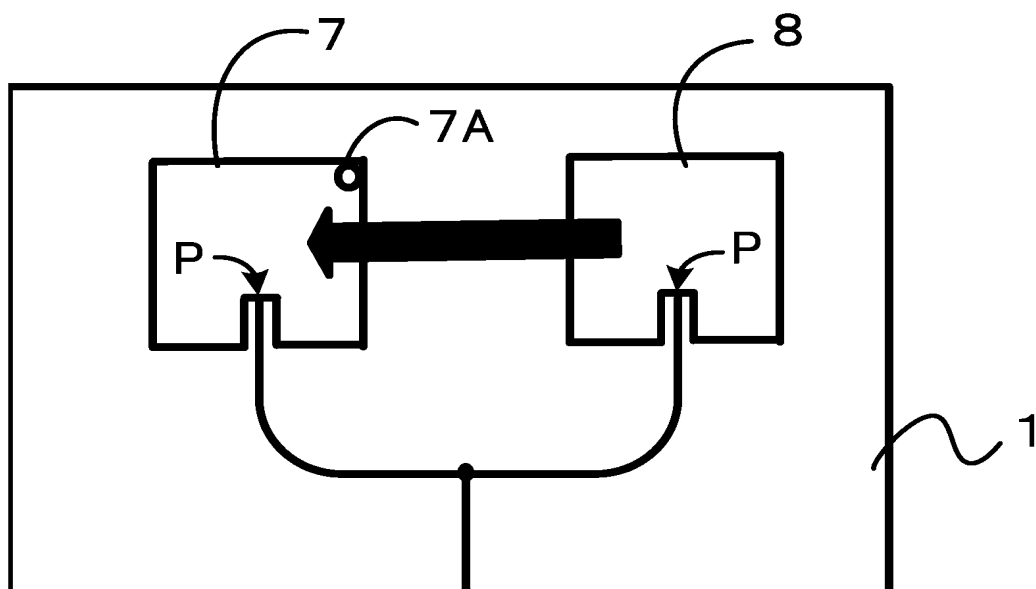


図10

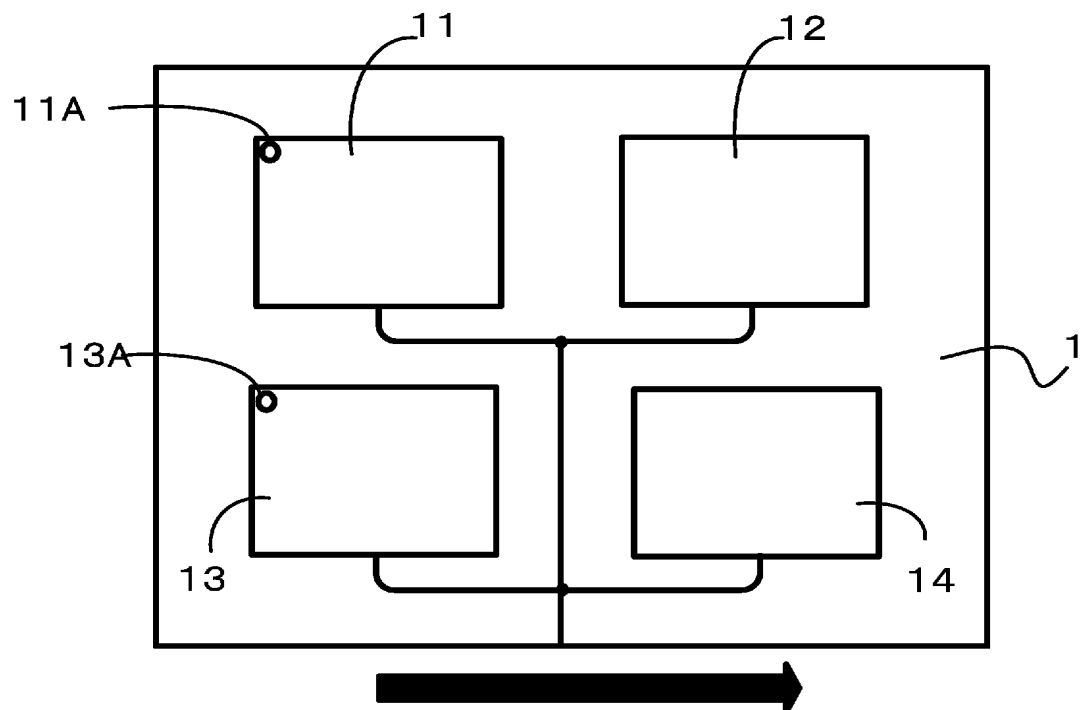


図11

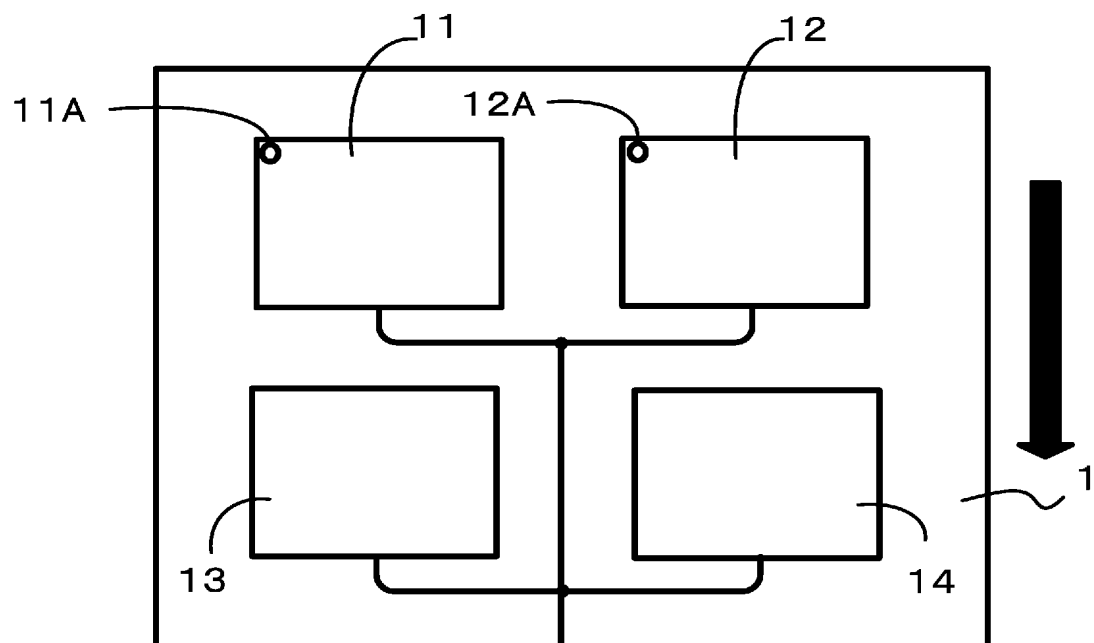


図12

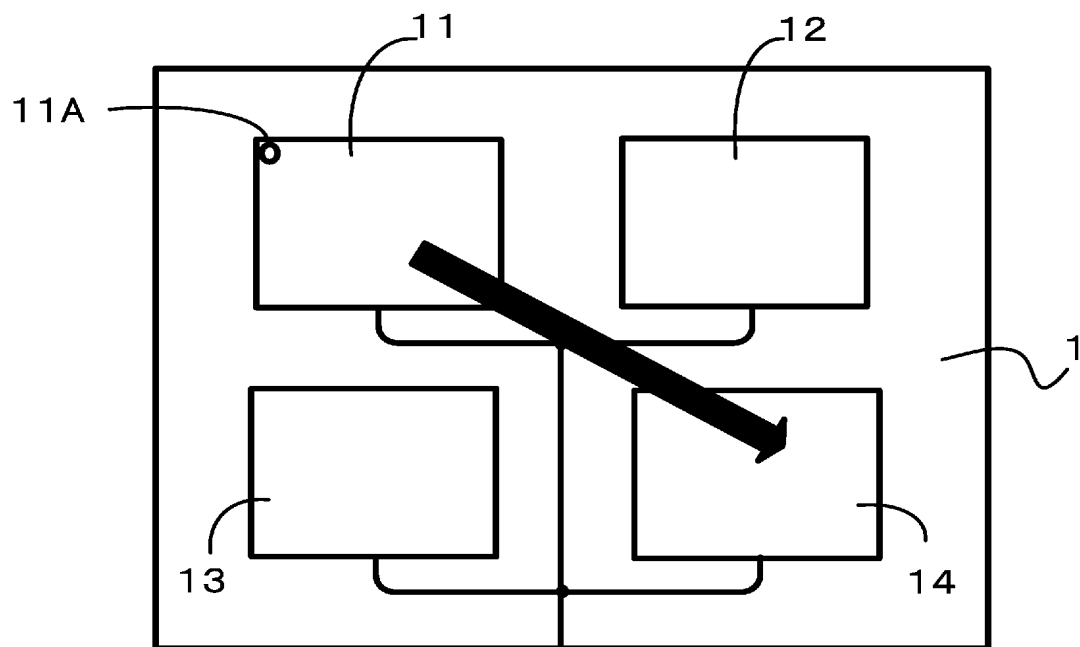


図13

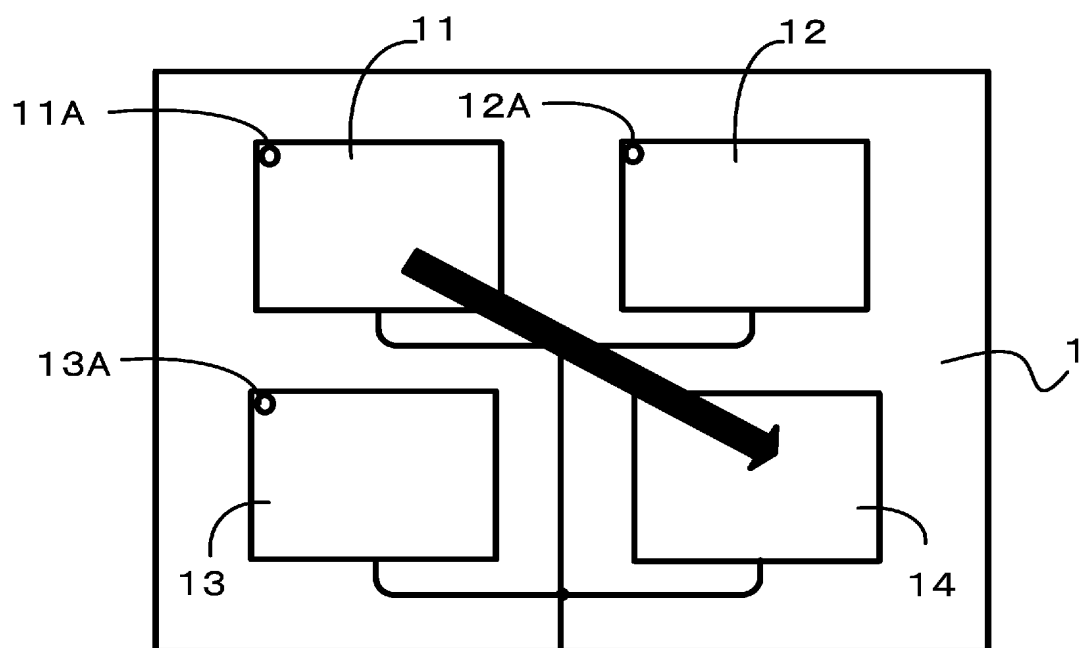


図 14

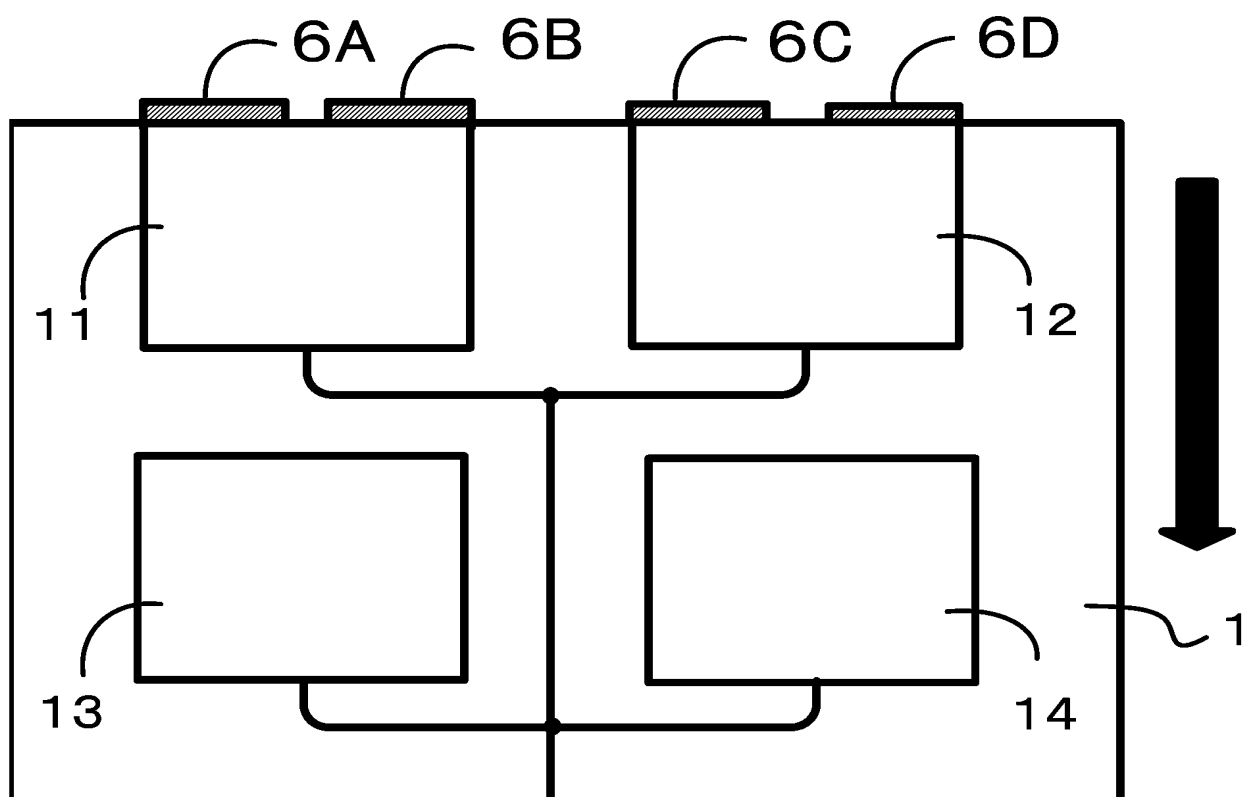


図 15

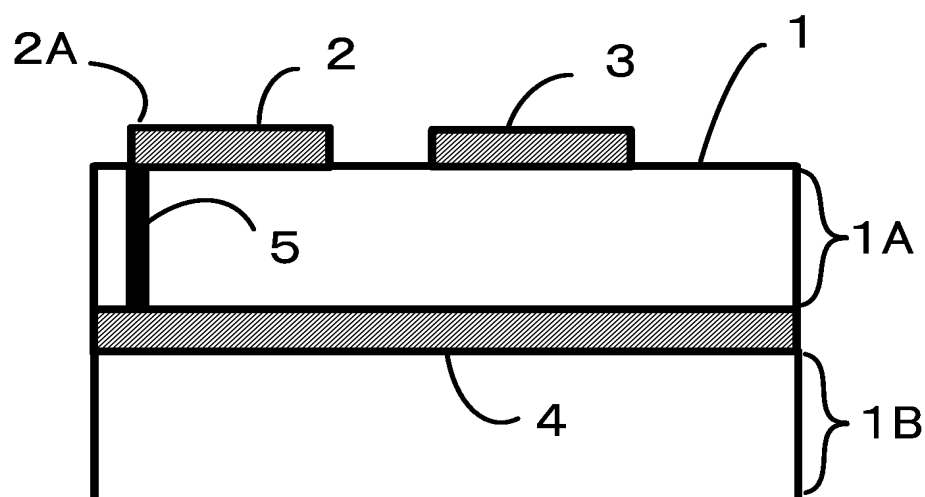


図16

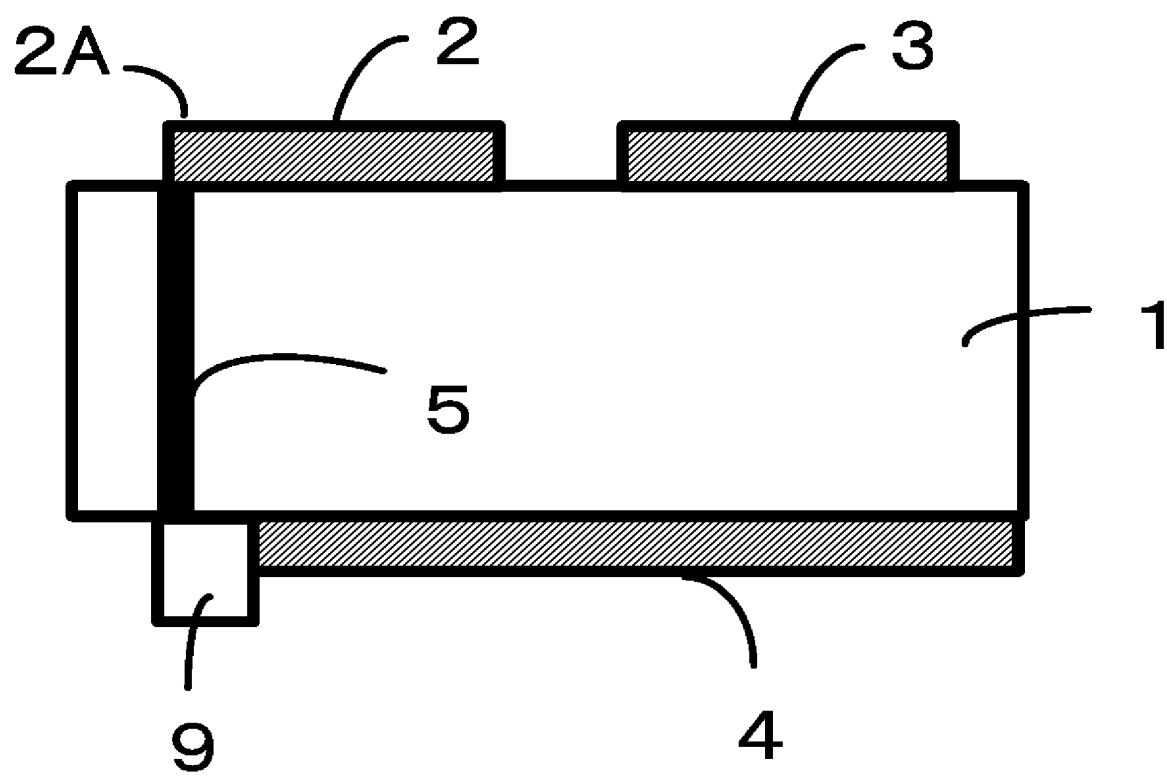


图 17

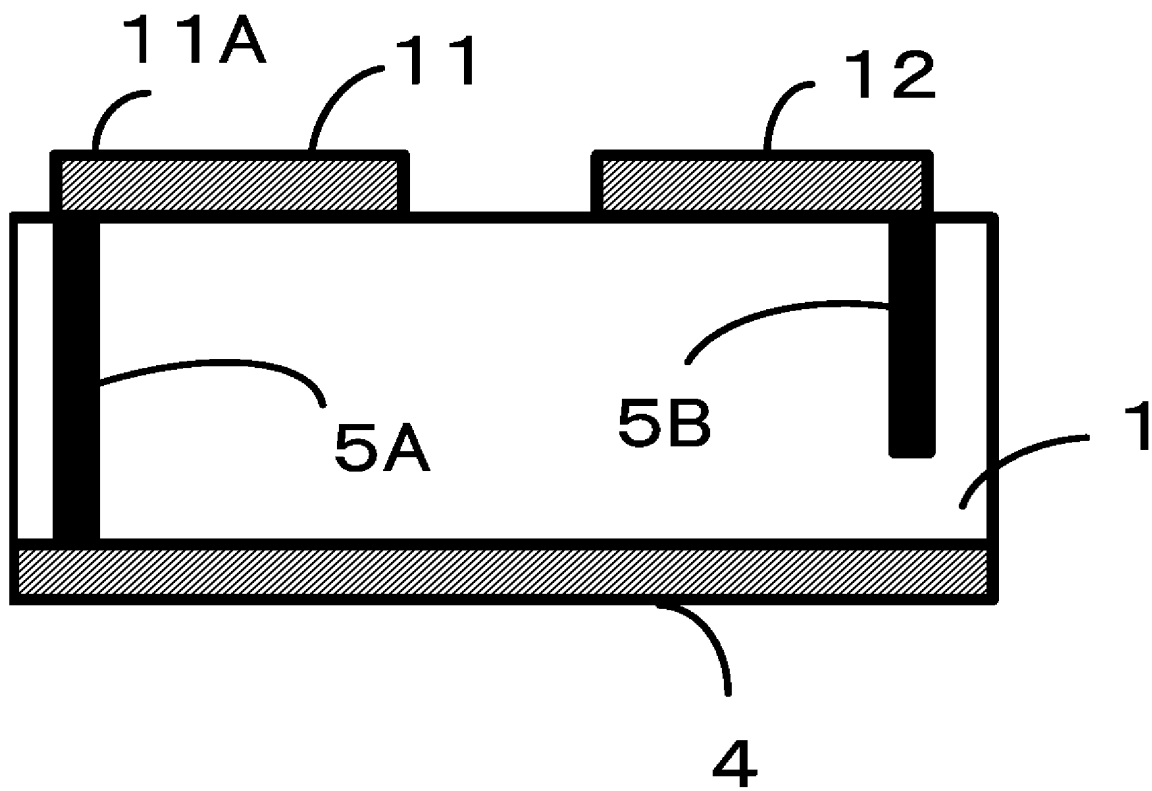


図 18

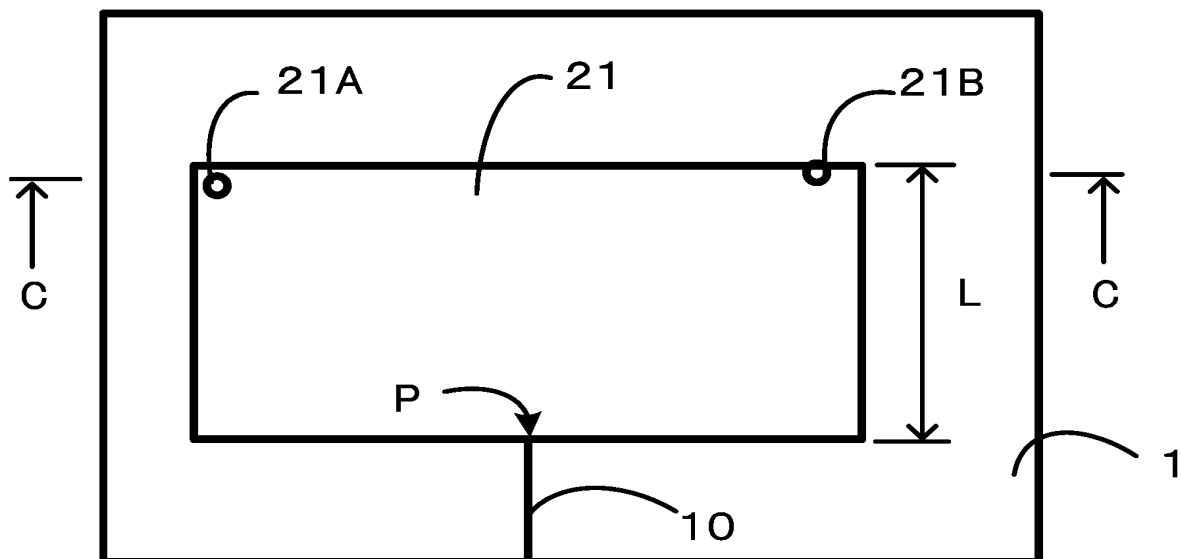


図 19

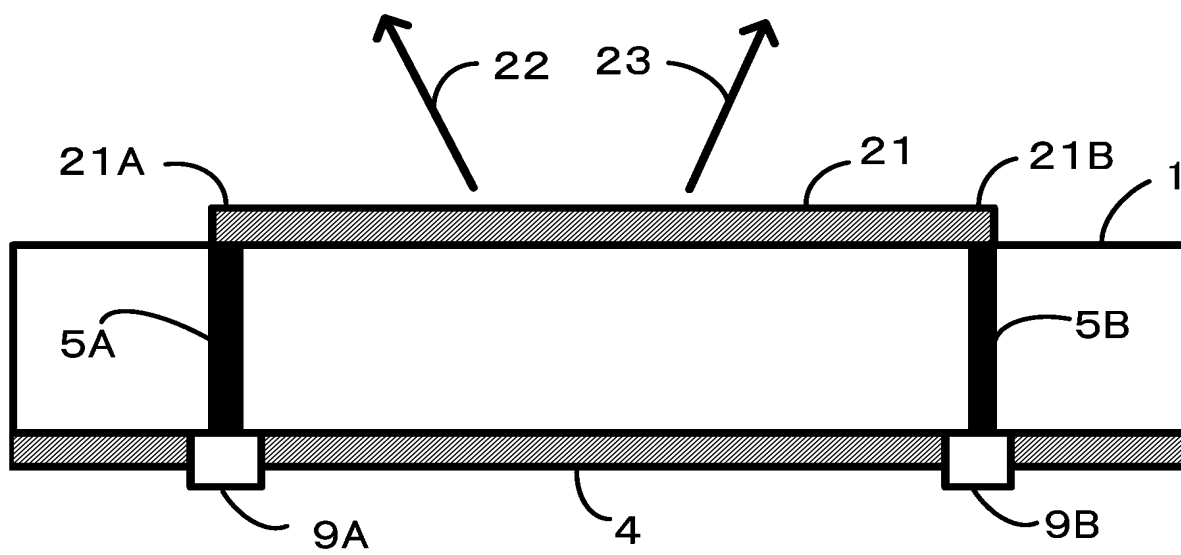


図20

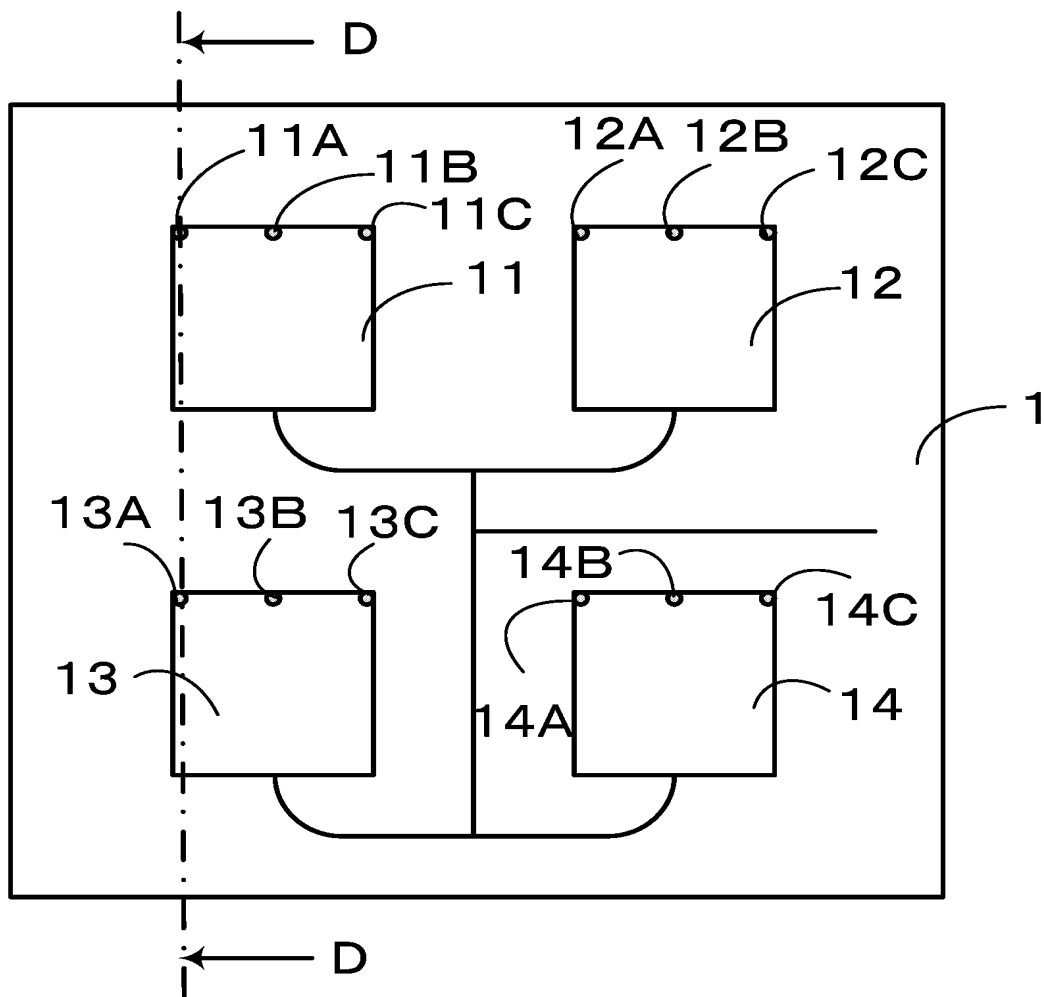


图21

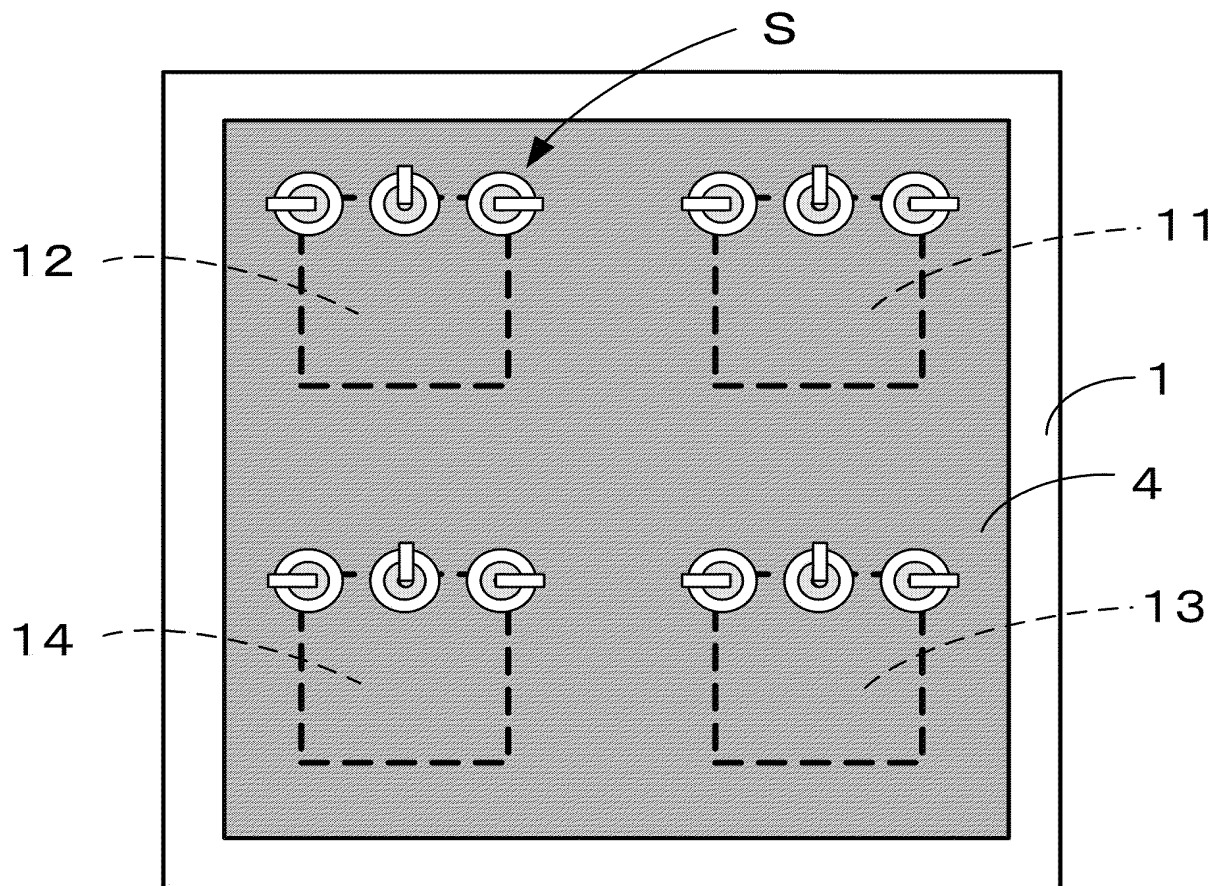


图22

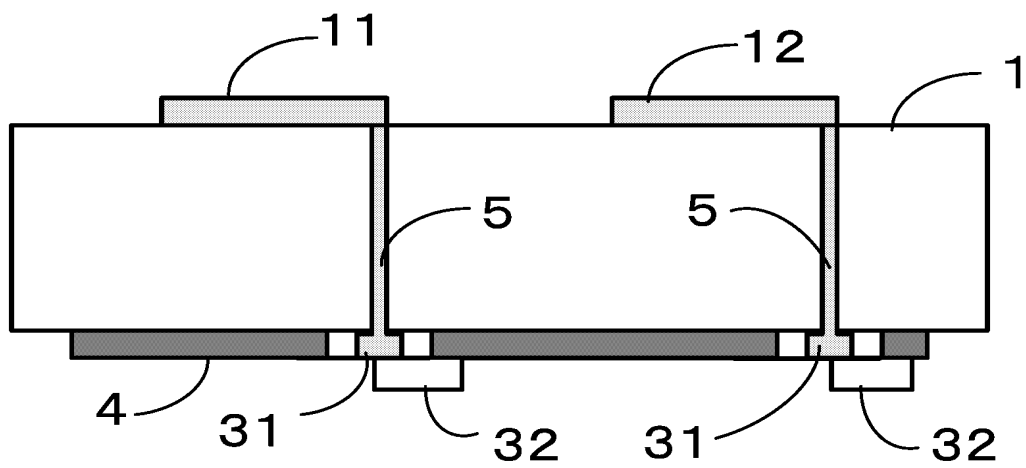


図23

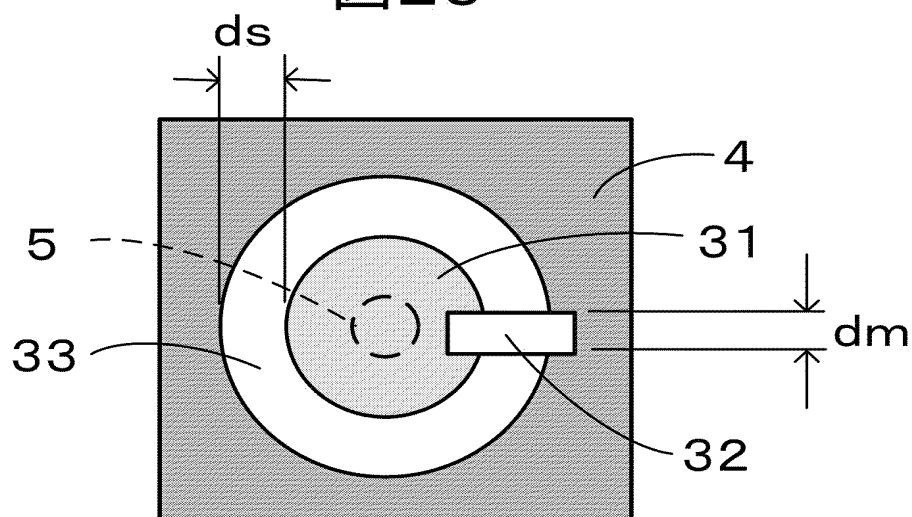
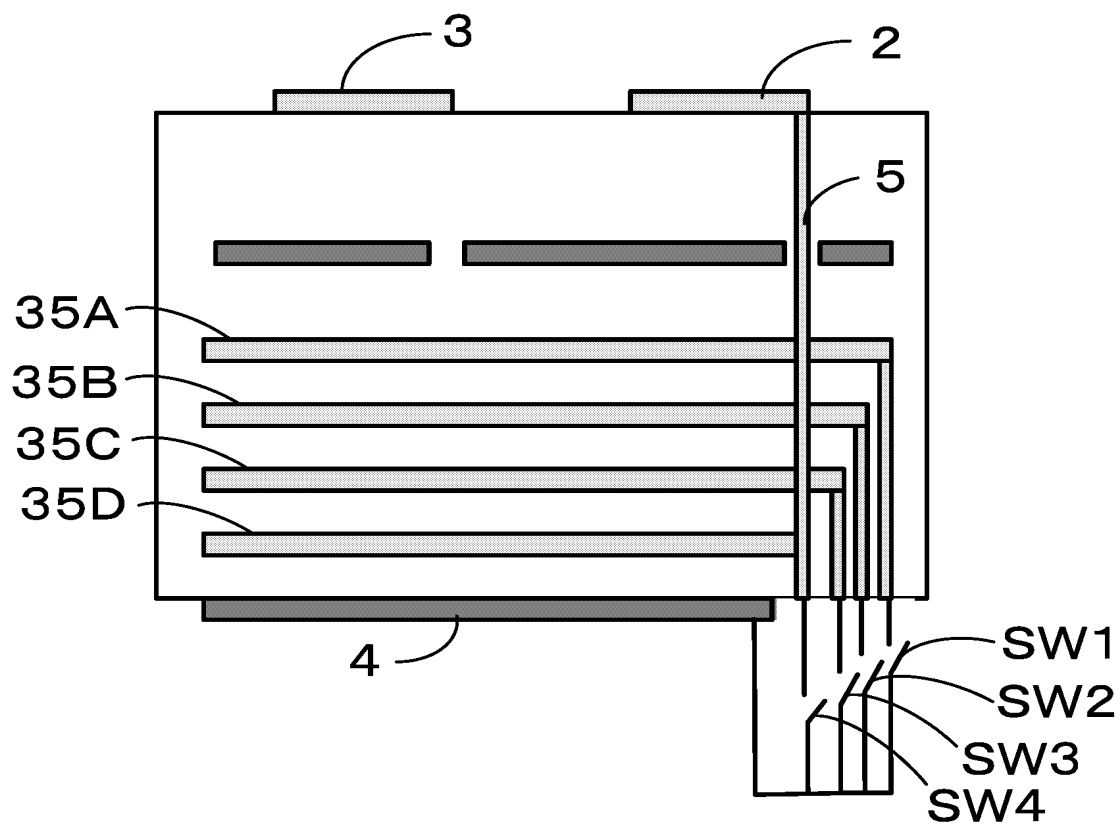
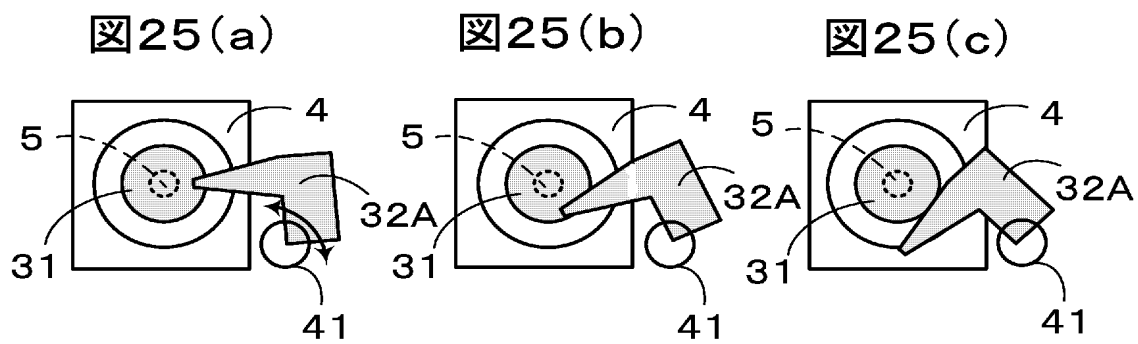


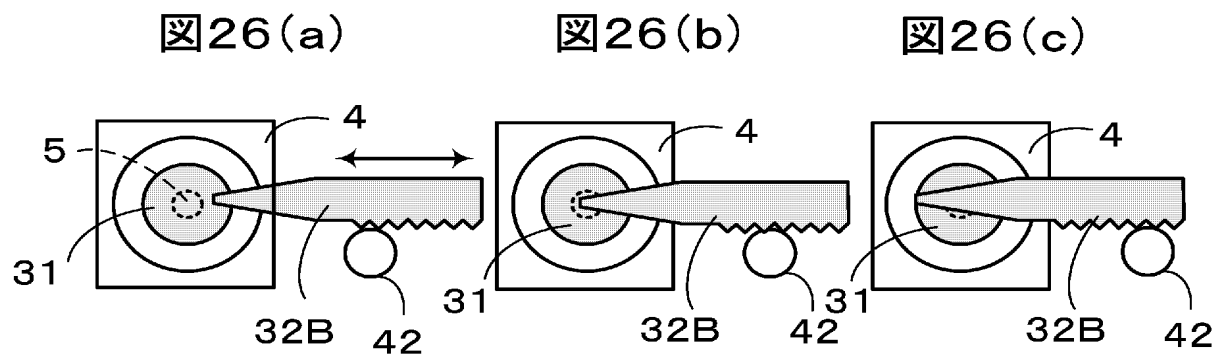
図24



【図 25】



【図 26】



【図 27】

図27

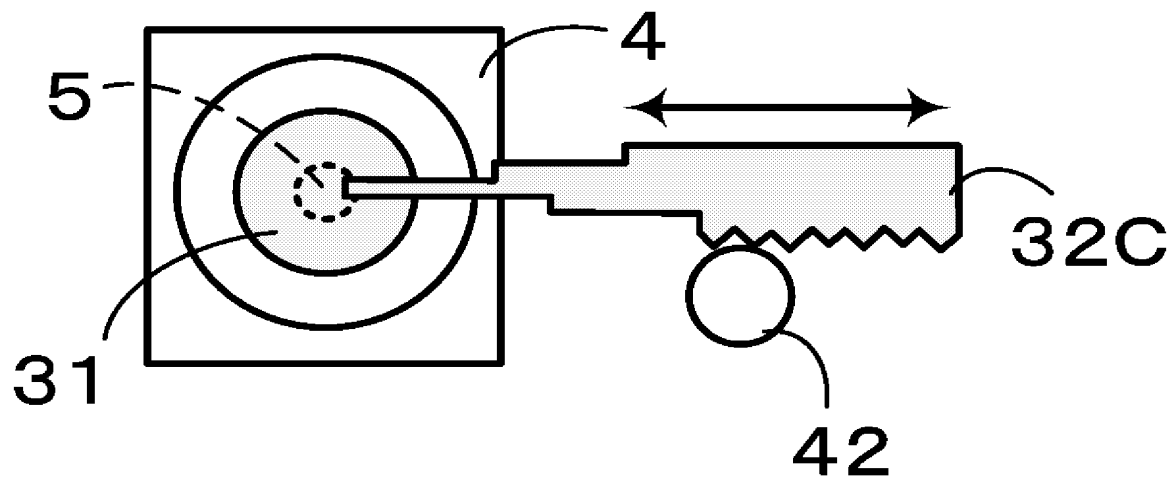


図28(a)

図28(b)

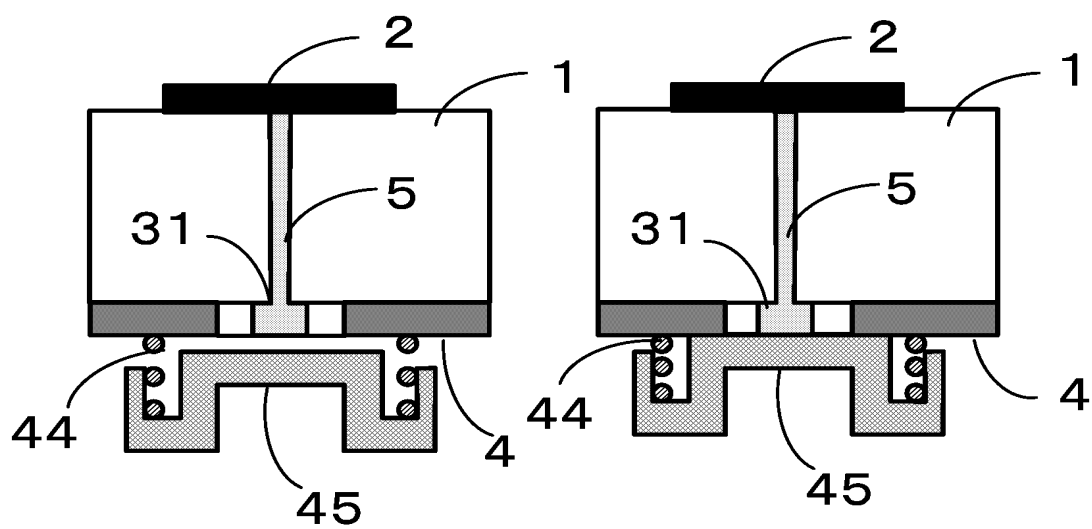


図29(a)

図29(b)

図29(c)

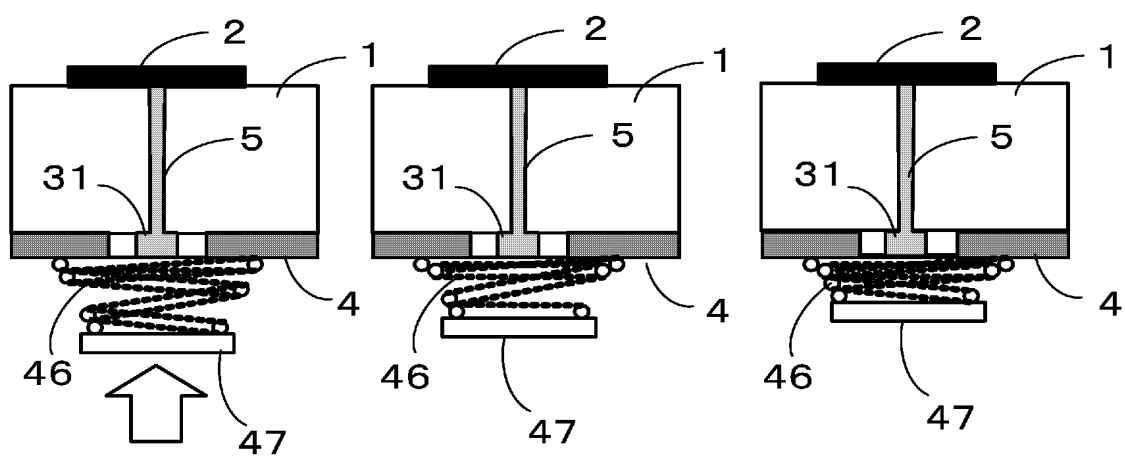


図30(a)

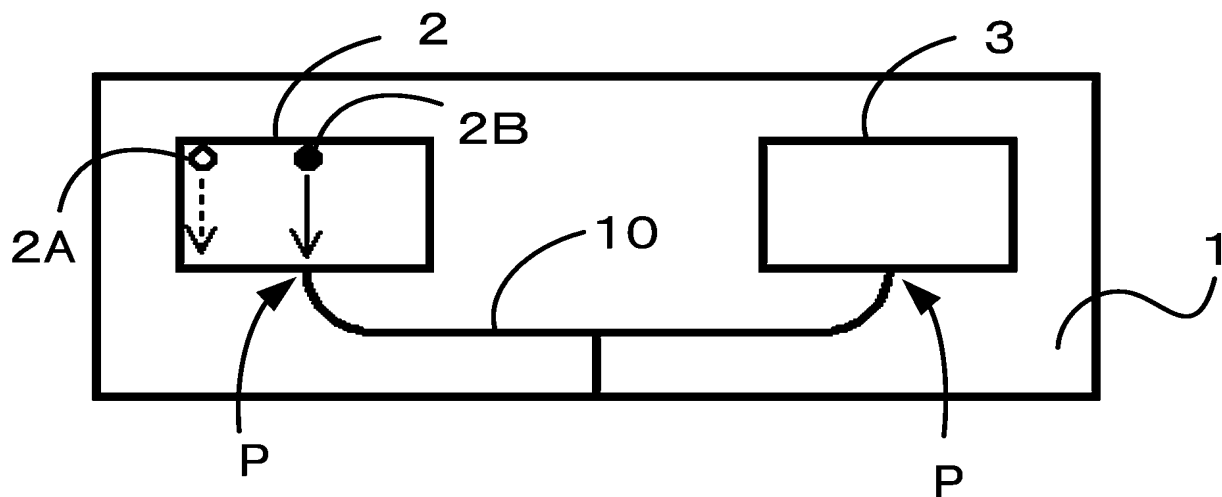


図30(b)

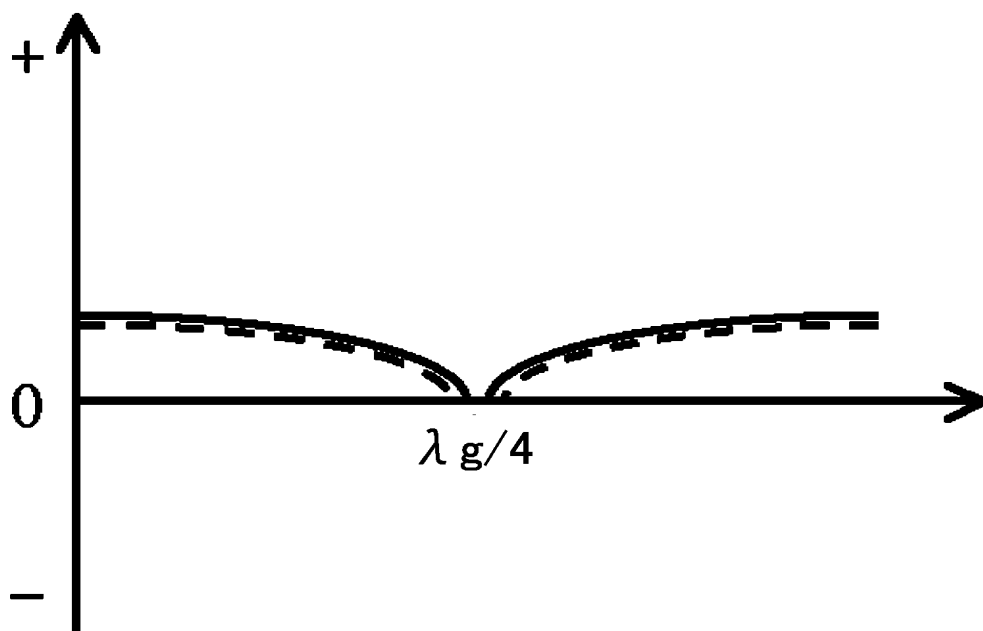


図31(a)

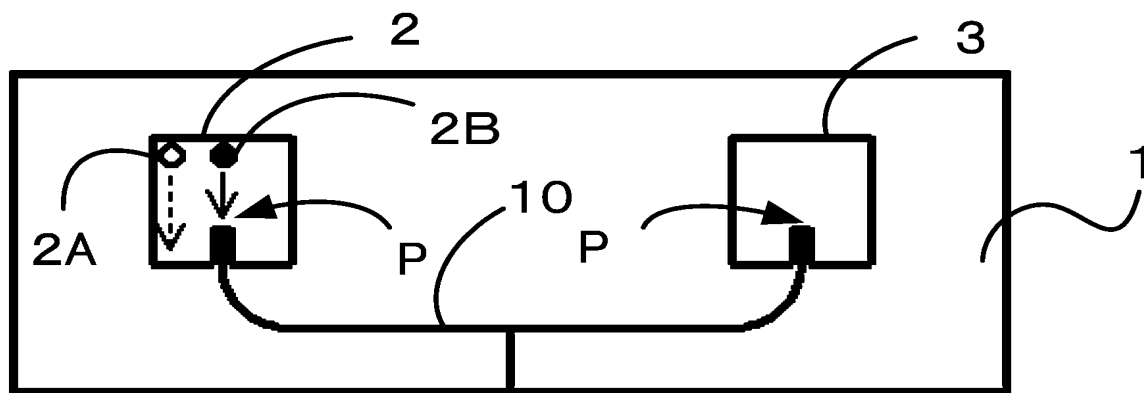


図31(b)

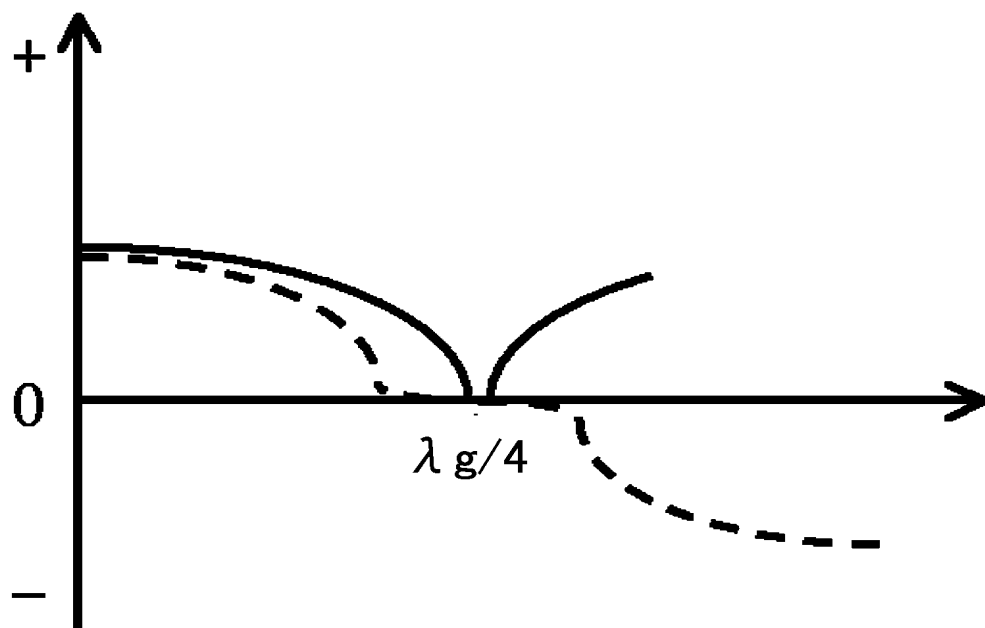


図32(a)

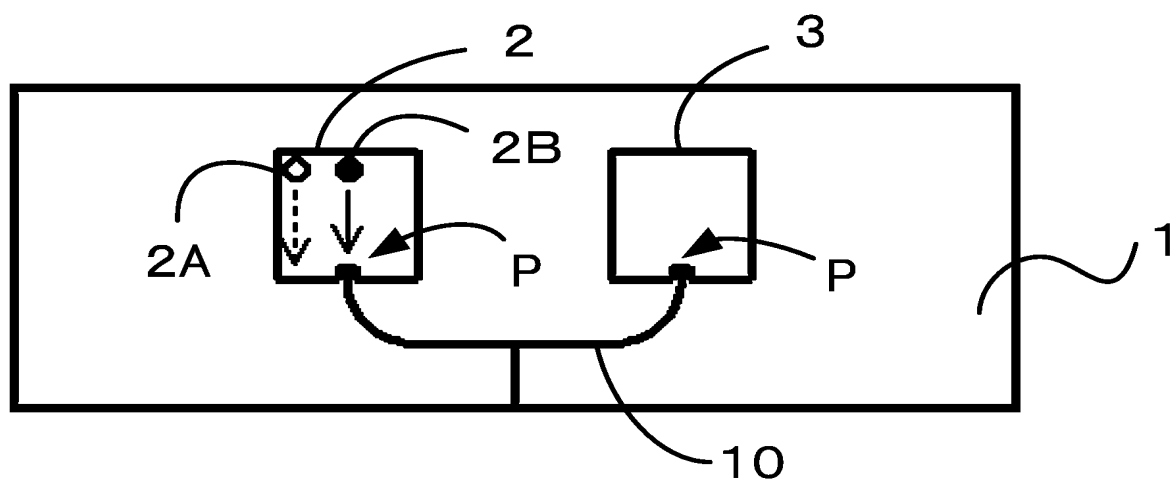


図32(b)

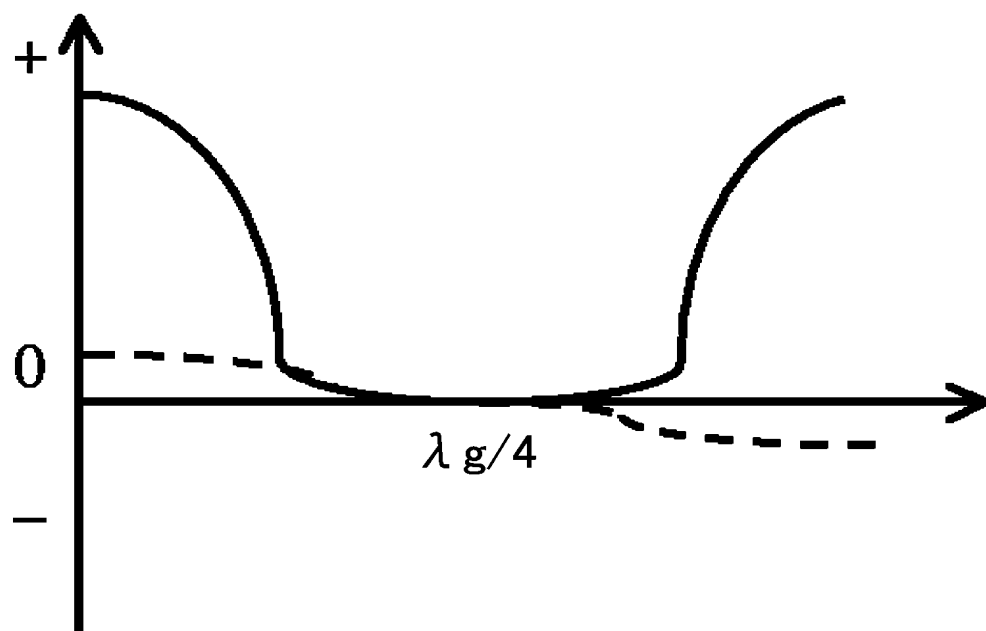


图 3 3 (a)

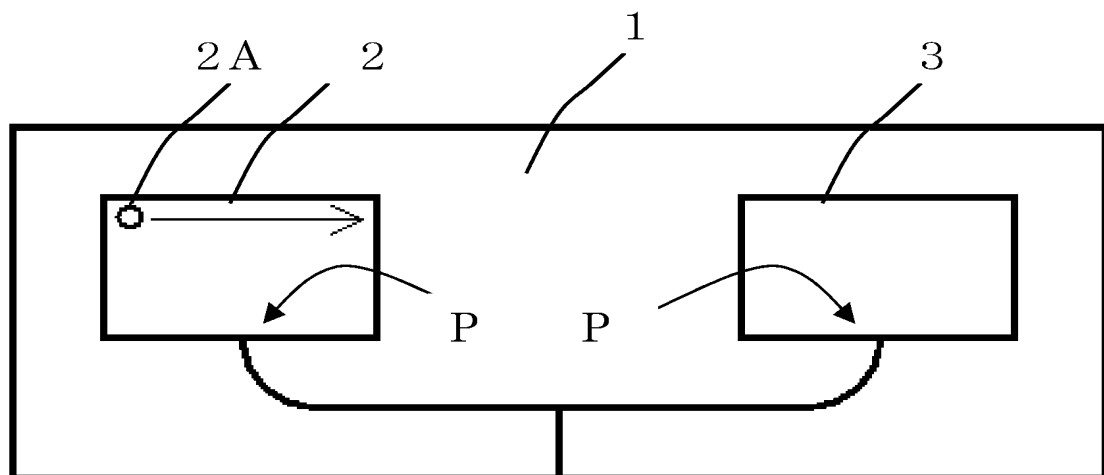


图 3 3 (b)

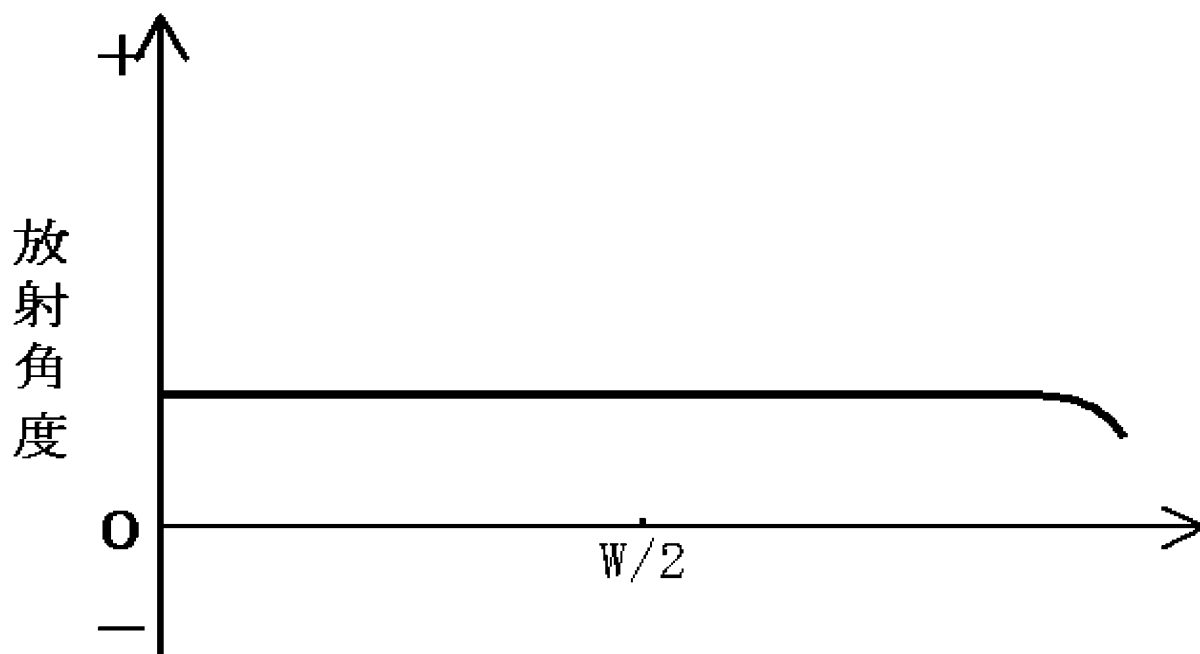


図34

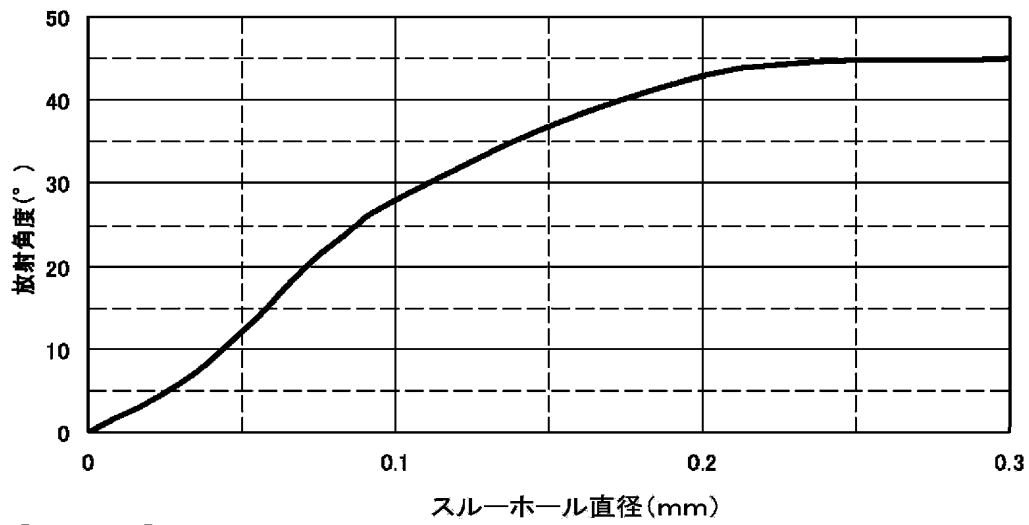


図35

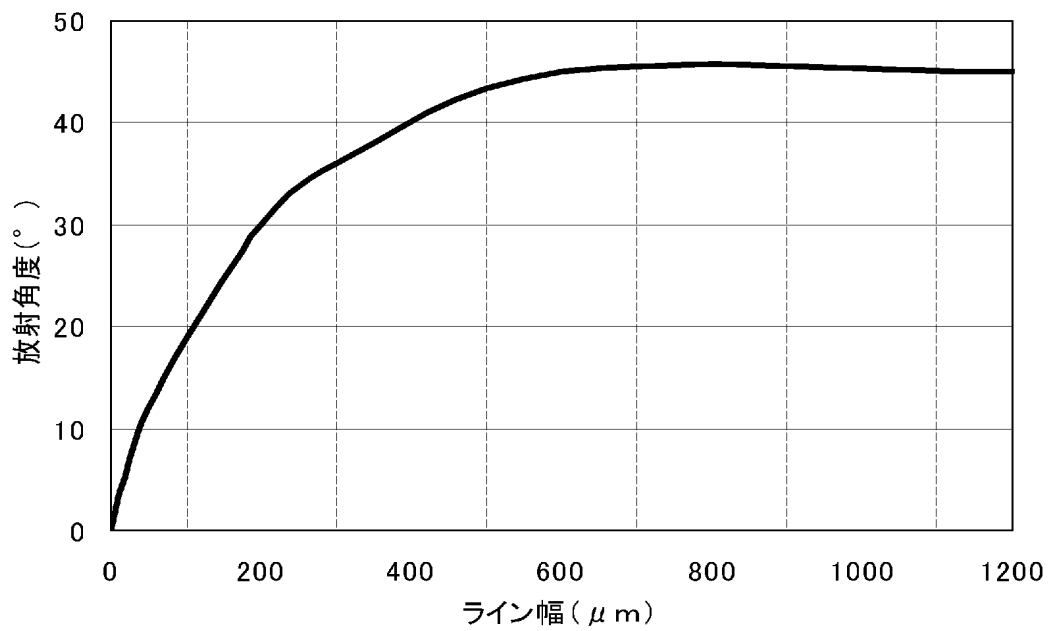


图36

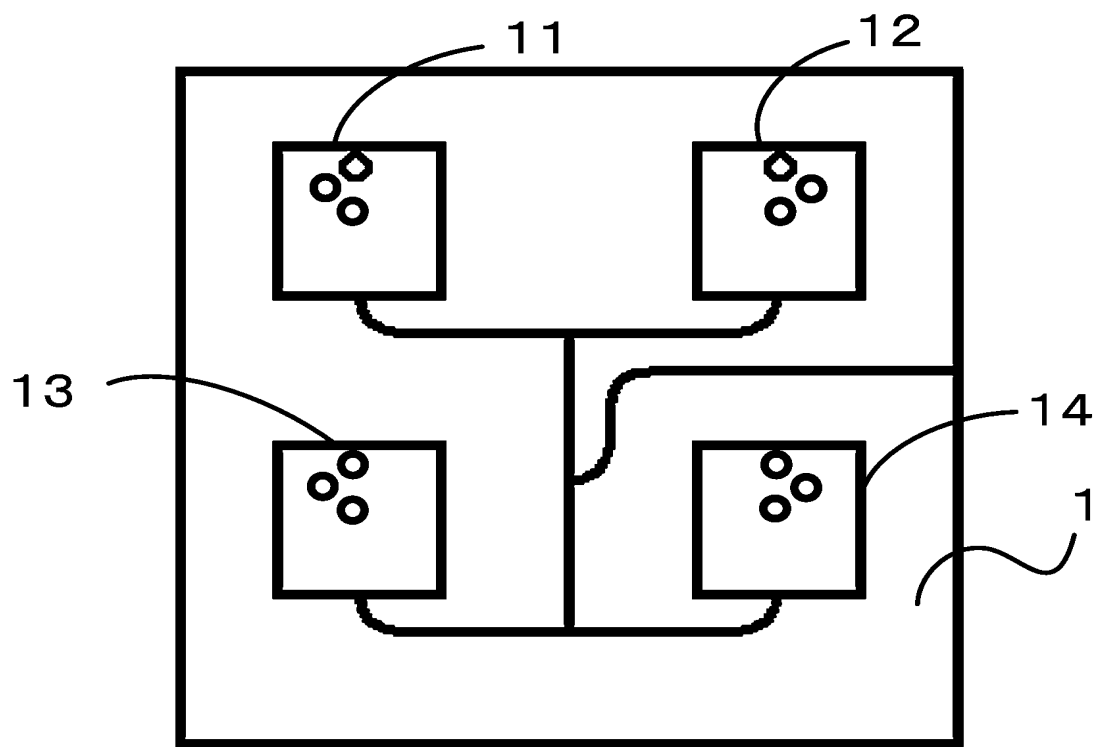


图37

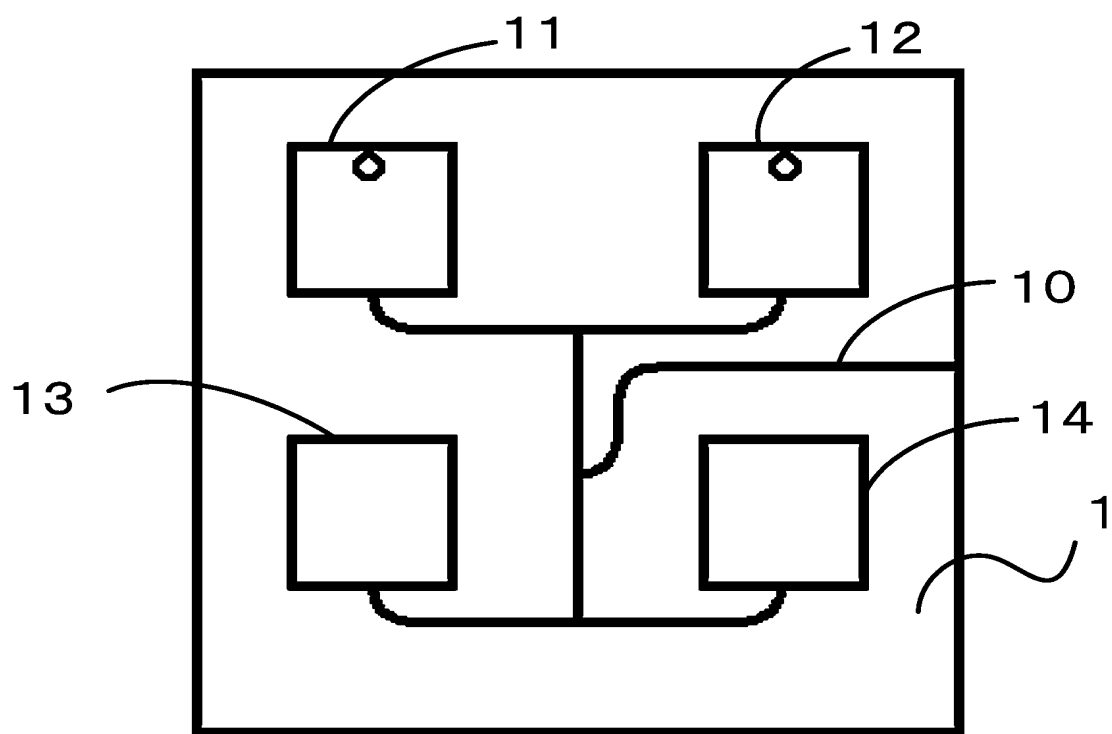


図38

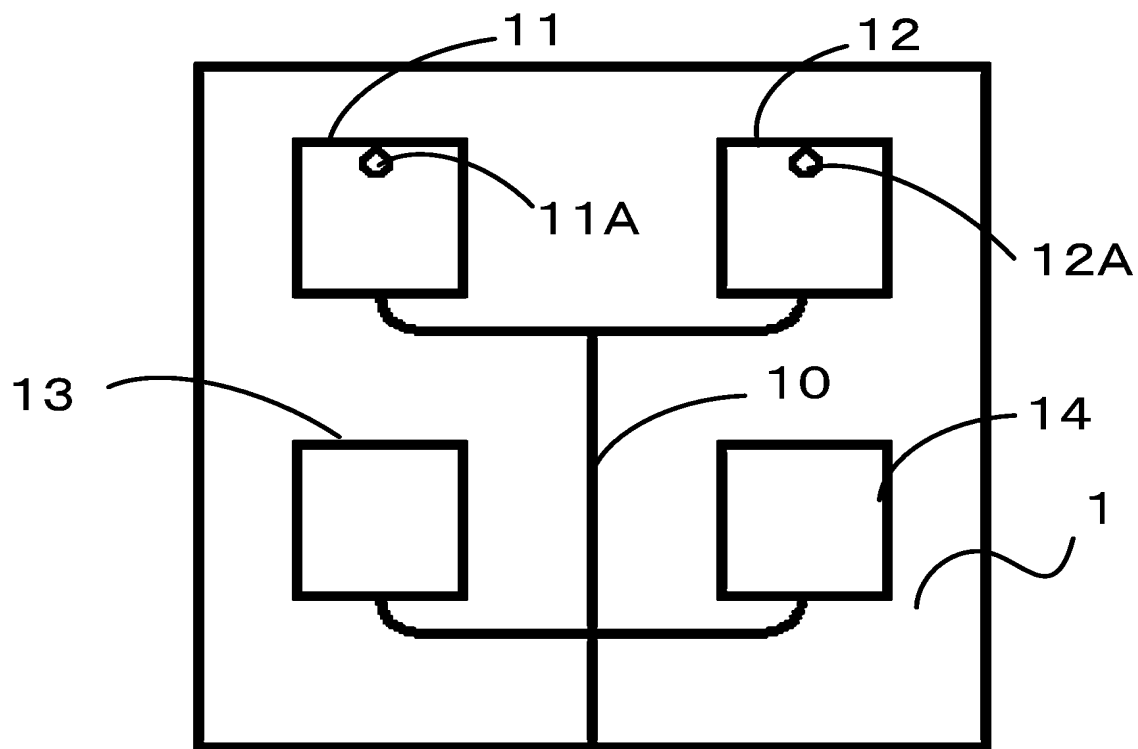


図39

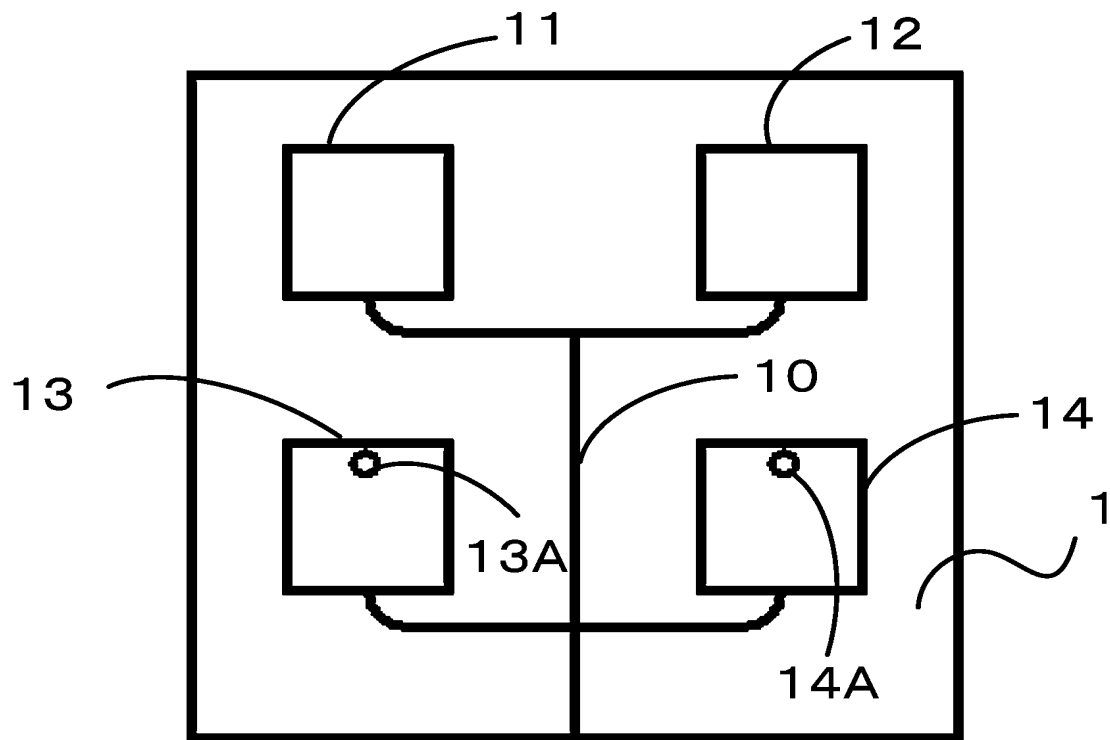


图40

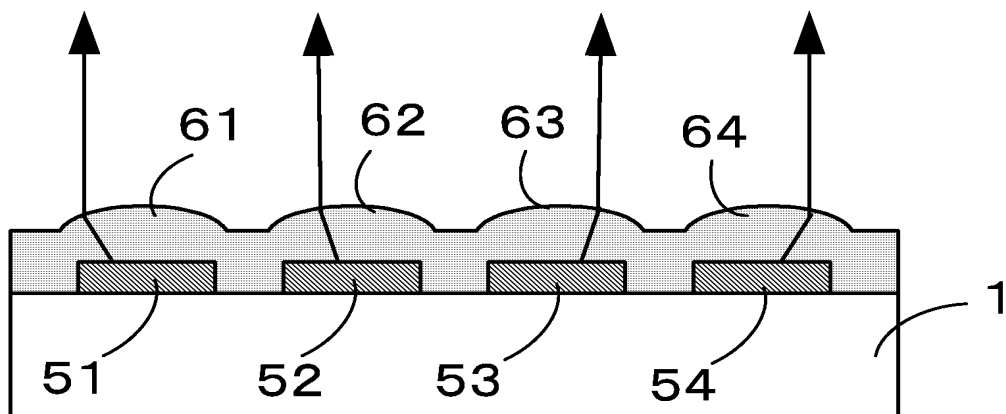


图41

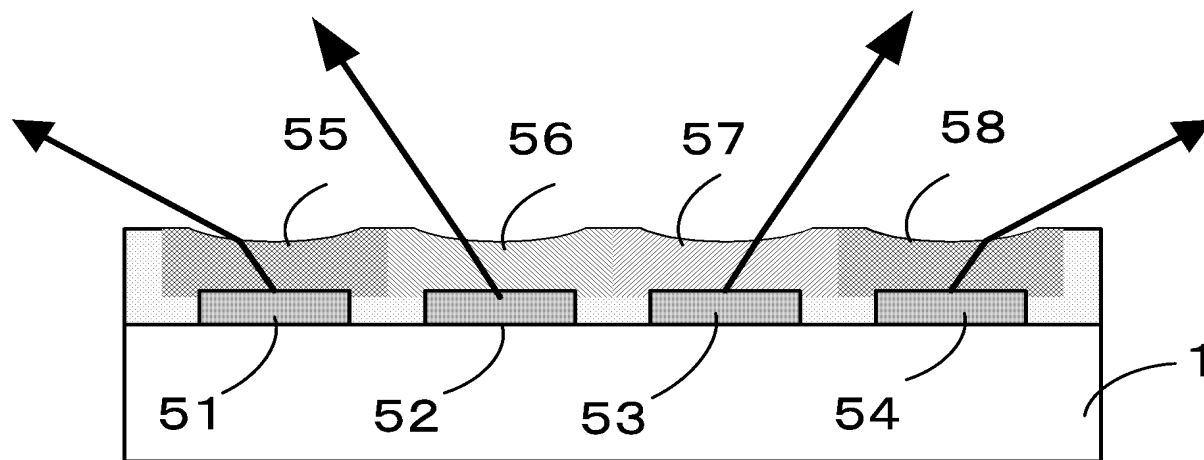


図42

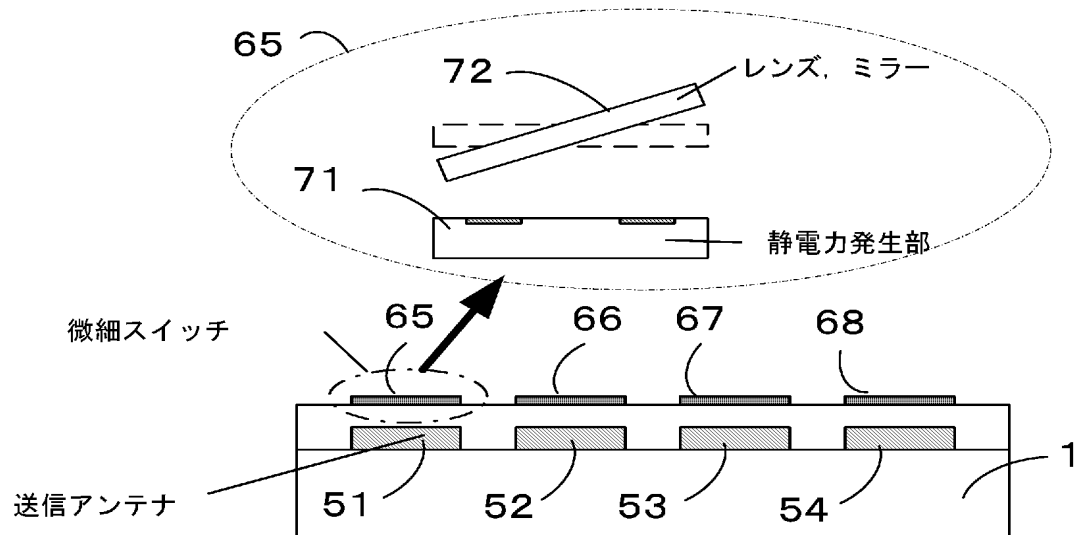


图 4 3 (a)

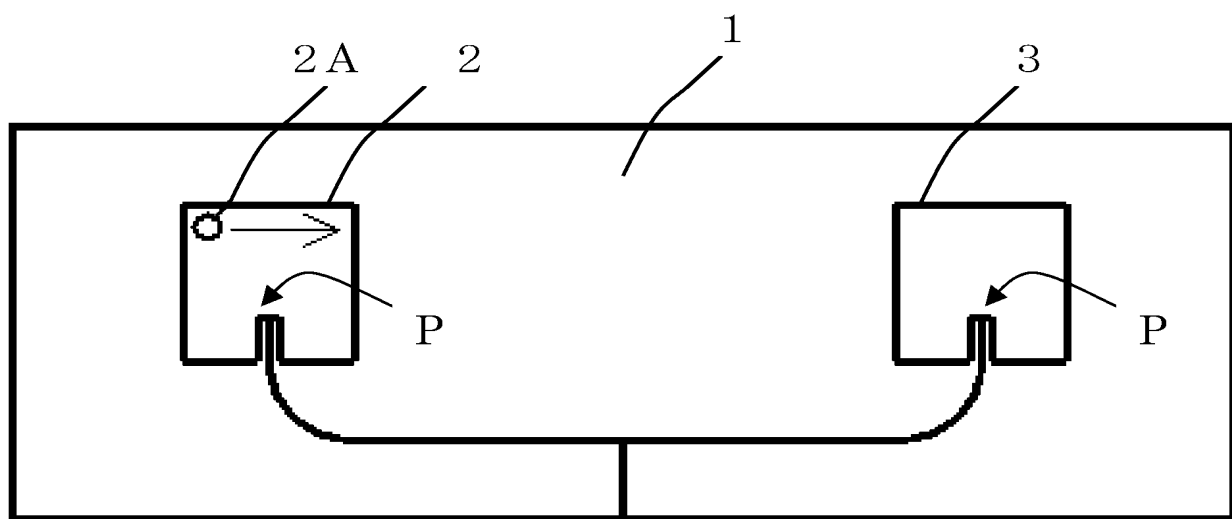


图 4 3 (b)

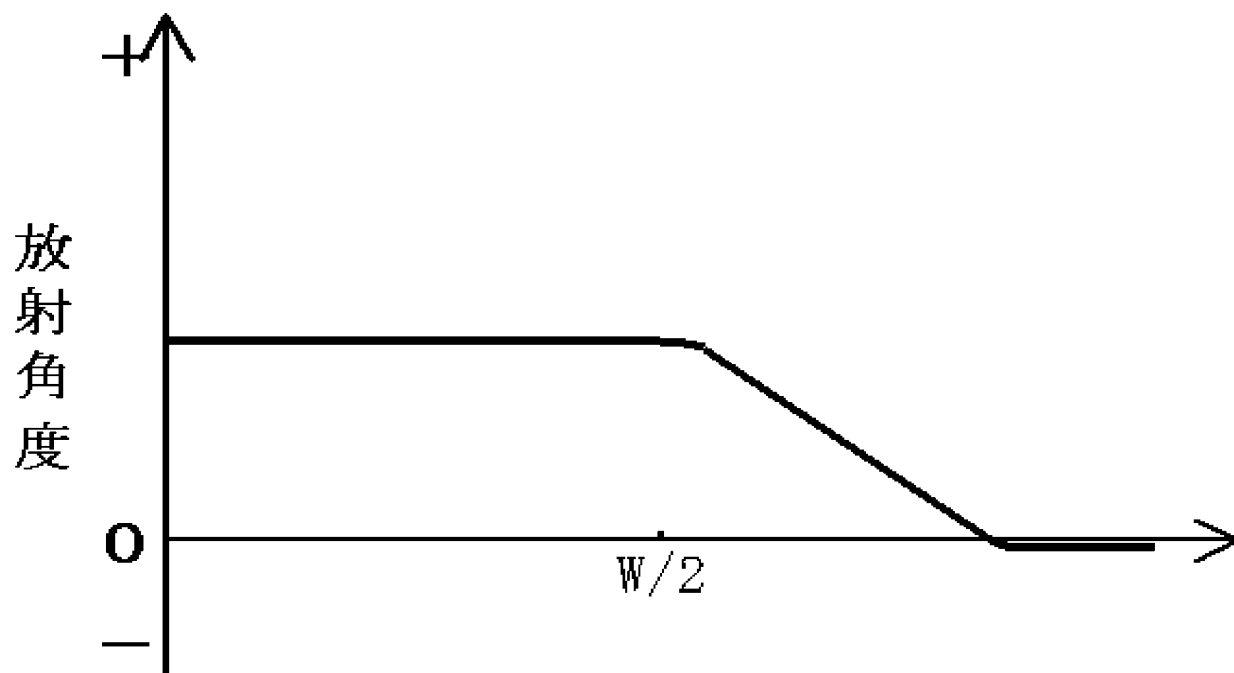


图 4 4 (a)

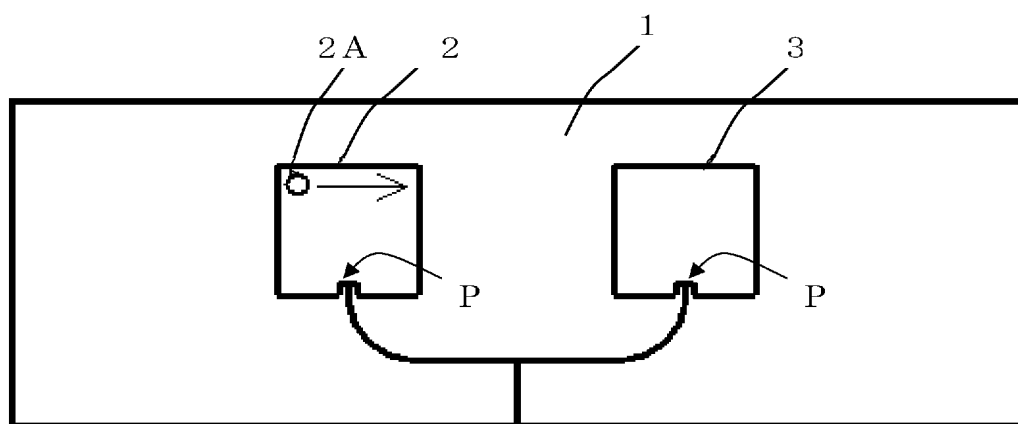
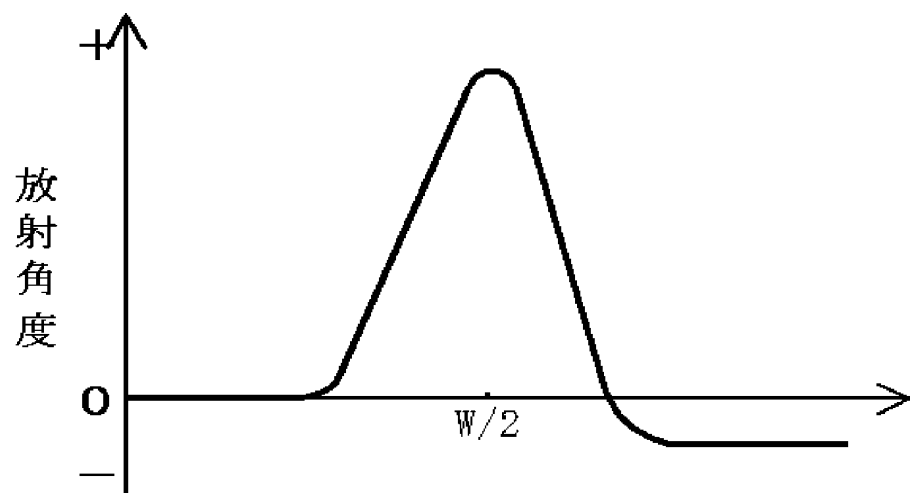


图 4 4 (b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マイクロストリップアンテナにおいて簡単な構成で統合的な電波ビームの指向方向を可変とする。

【解決手段】 基板 1 の表面上の複数のアンテナ電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 が、所定箇所 1 1 A－1 1 C , 1 2 A－1 2 C , 1 3 A－1 3 C , 1 4 A－1 4 C にて、それぞれ基板 1 を貫くスルーホール接続部材を通じて、基板 1 の裏面の接地電極に接続可能となっている。各スルーホール接続部材はスイッチで開閉できる。接地電極に接続されたアンテナ電極から出力される電波ビームは、他のアンテナ電極から出力される電波ビームより位相がずれるので、統合的な電波ビームの指向方向が傾く。複数箇所 1 1 A－1 1 C , 1 2 A－1 2 C , 1 3 A－1 3 C , 1 4 A－1 4 C のどれを接地電極に接続するかにより、統合的な電波ビームの指向方向の傾きの方向や大きさが変わる。

【選択図】 図 2 0

出願人履歴

0 0 0 0 1 0 0 8 7

19900827

新規登録

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号
東陶機器株式会社